PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH
CENTRALNEGO ZARZĄDU ENERGETYKI
CENTRANEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO

ROK XXVI

1950

Redaktor naczelny inż. Tadeusz Czaplicki
Redaktzy działowi inżynierowie: Stanisław Andrzejewski,
Janusz niewiewski, Leszek Zienkowski, Tadeusz Żarnecki

WARSZAWA

Wywca: Naczelna Organizacja Techniczna

WYKAZ TYTUŁÓW GRUPOWYCH DO SPISU RZECZY

ROK XXVI

ZESZYT 1/2/3

Przegląd Elektrotechniczny

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH
CENTRALNEGO ZARZĄDU ENERGETYKI, CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO

Przedpłata kwartalna . . . 300 zł
Cena niniejszego zeszytu . . 300 „

Adres Redakcji i Administracji:
Warszawa, ul. Czackiego 3/5, tel. 895-10/11/12/13/14/15/16
Konto czekowe P.K.O. I-4242

Ogłoszenia
1/1 str. . . . . 50000 zł
1/2 „ . . . . 30000 „
1/4 „ . . . . 20000 „
1/8 „ . . . . 12000 „

Warszawa, 21 marca 1950 r.

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

Rok XXVI, zeszyt 1/2/3 21 marca 1950 r. | XXVI-й год, вып. 1/2/3 21 марта 1950 г. | Vol. XXVI, No 1/2/3 March 21, 1950 | Année XXVI, fasc. 1/2/3 le 21 mars 1950

Jedenaste uzupełnienie listy członków SEP ogłoszonej w PE, 1947, z. 9/10, str. IV-X

(Dziesięć poprzednich uzupełnień ob. w PE, 1947, z. 11/12, str. IV; w PE, 1948, z. 3, str. V; z. 7/8, str V; z. 9, str. IV; z. 10/11, str. III; z. 12, str. III, oraz w PE, 1949, z. 2/3, str. III; z. 4/5/6, str. III; z. 9, str. III; z. 10/11/12, str. III)

ODDZIAŁ LUBELSKI

Bąkowski Władysław, Lublin, Pawia 96
Borsuk Józef, (T), poczta Świdnik, kol. Krępiec
Braun Wacław, Lublin, Lipowa 29 m. 11
Brudzisz Stanisław, (T), Lublin, Al. Racławickie 6 m. 20
Bulanda Władysław Marian, (T), Lublin, Konopnickiej 13
Kluczyk Stefan, (T), Lubartów, Mickiewicza 43
Koba Bolesław, Lublin, 1 Maja 21 m. 13
Kruk Jan, Lublin, Północna 3 d
Kucharski Stanisław, Lublin, Długa 6
Michałowski Józef, Lublin, Majdanek 55 a
Pędzisz Jan, Lublin, Wspólna 12 m. 1
Saran Piotr, (T), Lublin, Al. Świerczewskiego 6 m. 9
Skoczek Jan, (T), Lublin, Szewcka 3 m. 1
Supryn Stanisław, Lublin, Królewska 13 m. 12
Szuszlak Stachiusz, (T), Lublin, Sądowa 12 m. 6
Tomaszewski Jan, (T), Lublin, Wesoła 5 m. 6
Wichowski Robert, (T), Chełm Lubelski, Zakątek 7
Wolski Stanisław, Lublin, Skibińska 8 m. 5
Zającżkowski Bohdan, Lublin, Narutowicza 65 m. 17
Zarski Kazimierz, Siedlce, Rynkowa 9

ODDZIAŁ MAZOWIECKI

Jarzyński Jan, Lipno, Czerwonej Armii 8
Malinowski Wincenty, Kutno, Narutowicza 54
Pietrzykowski Marian, Rawa Mazowiecka, Skierniewicka 3

ODDZIAŁ POMORSKI

Ambroziak Łucjan, Bydgoszcz, Lipowa 4
Bielawa Alfred, Bydgoszcz, Pomorska 60 m. 3
Gosieniewski Adolf, Grudziądz, Gen. Sikorskiego 8
Hamernik Feliks, Gródek, p-ta Drzycim, Warsztaty Rep. ZEOBT
Heyduk Maksymilian, Bydgoszcz, Chołoniewskiego 46 m. 3
Irzyk Jan, Bydgoszcz, Wileńska 8 m. 13
Jankowski Leon, Grudziądz, Curie-Skłodowskiej 8
Karasek Jan, Bydgoszcz, Wyzwolenia 3
Kłosowski Władysław, Bydgoszcz, Rycerska 16 m. 5
Knopp Stanisław, Grudziądz, Marcinkowskiego 7
Kujawski Piotr, Grudziądz, Curie-Skłodowskiej 6 m. 7
Makowski Jan, Grudziądz, Gen. Sikorskiego 8
Mikołajczyk Bernard, Bydgoszcz, Hetmańska 2 m. 5
Młodzikowski Alojzy, Bydgoszcz, Chołoniewskiego 6
Muzalewski Jan, Grudziądz, Pułaskiego 15
Spychała Jakub, Bydgoszcz, Pl. Weyssenhoffa 3
Wilczak Zbigniew, Bydgoszcz, Mazowiecka 14 m. 6
Windobrski Henryk, Bydgoszcz, Półwiejska 5 m. 1
Zwierzchlewski Kazimierz, Bydgoszcz, Szubińska 15 m. 6

ODDZIAŁ POZNAŃSKI

Budzyński Zdzisław, Poznań, Wrocławska 13 m. 19
Czwojdrak Edmund, Puszczykowo p. Poznaniem, Kasprowicza 1
Fijałkowski Roman, Leszno Wlkp., Słowiańska 4
Glapiński Marian, Poznań, Rokossowskiego 48 m. 6

SPIS RZECZY

SKOROWIDZ AUTORÓW

W o l f f S. Przepisy na przybory do sprawdzania liczników energii elektrycznej. 339.
W o y n a r o w s k i Z. (ob. Smoluchowski W., Woynarowski Z.).
Z i e n k o w s k i L. Wytyczne rozwoju produkcji szczotek do maszyn elektrycznych. 471.
Z y l b e r A. Zagadnienie turbin z kondensacją w przemyśle. 83.

SKOROWIDZ AUTORÓW w BIBLIOGRAFII CZASOPISM ELEKTROTECHNICZNYCH

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH
CENTRALNEGO ZARZĄDU ENERGETYKI, CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO
Redaktor inż. Tadeusz Czaplicki

Rok XXVI | Warszawa, 21 marca 1950 r. | Zeszyt 1/2/3

KRONIKA

LIV. Instytuty techniczne naukowo-badawcze.

Pamiętano o nich u nas już w pierwszych miesiącach budowania nowej państwowości. Obok instytutów, które istniały jeszcze przed wojną, powołano do życia w Polsce Ludowej szereg nowych. Dziś kraj rozporządza do prac naukowo-badawczych w technice już kilkudziesięciu zakładami o różnych specjalnościach i różnych formach organizacyjnych. W szczególności na potrzeby elektrotechniki mamy obok przedwojennego Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego nowy Główny Instytut Elektrotechniki, którego osiem samodzielnych zakładów specjalnych — 1) materiałoznawstwo, 2) miernictwo, 3) maszyny i napędy, 4) wysokie napięcia, 5) wielkie moce, 6) trakcja, 7) elektrotermia, 8) technika świetlna — ma służyć potrzebom całej techniki elektroenergetycznej.

Nad rolą naszych instytutów dyskutowało XV Walne Zgromadzenie SEP na podstawie referatu prof. J. L. Jakubowskiego (PE, 1949, str. 178). Dorzućmy tu kilka uwag do tamtej dyskusji (podanej w streszczeniu w niniejszym zeszycie).

W dzisiejszej sytuacji rola naszych technicznych instytutów naukowo-badawczych musi być dla szeregu przyczyn inna niż w obcych krajach dalej posuniętych w rozwoju przemysłu. Z powodu naszego przedwojennego zacofania w technice, z powodu zniszczenia w czasie wojny naszego skromnego jeszcze dorobku przemysłowego, z powodu trudności w naszej dzisiejszej pracy — również wskutek spustoszeń wojennych w materiale i ludziach — mamy dziś jeszcze dość ograniczone możliwości i dlatego te, którymi dysponujemy, powinny być wyzyskane w jak najdoskonalszy sposób. Z pomocą w tej sytuacji może nam dziś iść planowa gospodarka państwowa, w szczególności planowa praca przemysłu krajowego.

Dla rozwinięcia pracy instytutów w wielkim stylu potrzebny nam jest czas, gdyż trzeba pierwej przygotować zastępy wysoko kwalifikowanych pracowników, zdobyć wyposażenie techniczne instytutów, a o to dziś jeszcze jest trudno.

Aby instytuty nasze mogły już teraz dać krajowi możliwie dużo korzyści, należy: 1) ograniczyć zakres ich prac do tych, których poza instytutami wykonać nie można; 2) ściśle dostosować tematykę prac instytutowych do programów pracy odpowiednich gałęzi przemysłu; 3) zorganizować solidarną współpracę międzyinstytutową oraz pomoc wykonawczą dla instytutów ze strony przemysłu i szkół technicznych.

Jak sobie wyobrażamy spełnienie tych trzech warunków?

Do p. 1. Nie należy zwracać się do instytutów (dlatego że nazywają się naukowymi) po wszelką pomoc naukową, a w szczególności tę, której można zasięgnąć również gdzie indziej, np. od profesorów szkół technicznych, doświadczonych fachowców w przemyśle. Nie należy obarczać instytutów (dlatego że nazywają się badawczymi) „badaniami" w sensie szablonowego sprawdzania, np. czy wyrób lub urządzenie odpowiada obowiązującym przepisom.

Pracę naukowo-badawczą instytutów powinniśmy rozumieć przedewszystkim jako dociekanie naukowe w krainie rzeczy nam nieznanych lub niejasnych (issledowatielskaja rabota, research work, Forschungsarbeit, recherches scientifiques). Instytuty powinny być miejscem rozwiązywania nowych koncepcji techniczno-naukowych, wypływających z dzisiejszych potrzeb naszego przemysłu. Koncepcje te po opanowaniu ich w instytucie tak dalece, że można je uznać za nadające się do prakycznego wyzyskania, powinny być skierowane do przemysłu celem fabrycznego wykonania, wypróbowania w życiu. W najbliższym czasie w pewnych przypadkach zadanie naszych instytutów będzie o tyle ułatwione, że wypadnie im samodzielnie rozwiązać ważne zagadnienia, które gdzie indziej już rozwiązano, lecz co do których szczegóły rozwiązania są otoczone do dziś tajemnicą. Dotyczy to np. pewnych materiałów elektrotechnicznych (izolacyjnych, przewodnikowych, magnetycznych); wiemy dobrze, jakie w tej dziedzinie osiągnięto wyniki, lecz tylko w ogólnych zarysach wiemy, jakimi drogami uzyskuje się te wyniki.

Do p. 2. Zasadniczy program prac instytutów powinien być wysunięty ze strony przemysłu, gdyż głównym zadaniem instytutów jest pomoc naukowo-badawcza przemysłowi w wykonaniu jego planu. Nie tylko zakres prac, ale ich pilność i kolejność powinny być uzgodnione między instytutem a przemysłem. W przypadku np. GIElu program zasadniczy powinien pochodzić od Centralnych Zarządów Przemysłu Elektrotechnicznego i Energetyki, a w zakresie np. trakcji elektrycznej powinien uwzględniać również dezyderaty Ministerstwa Komunikacji.

Wymieniony program „zasadniczy" powinien obejmować, powiedzmy dla przykładu, 80% prac instytutu. Resztę, czyli około 20% wydajności naukowej instytutu należałoby zarezerwować na równoległe wykonanie pożytecznych prac innego pochodzenia, np. na realizację rokujących dobre i szybkie wyniki pomysłów samych pracowników instytutu, na ponadprogramowe rozszerzenie niektórych prac dla przemysłu, jeżeli obiecują one przy niewielkim dodatkowym nakładzie czasu, pracy i kosztów dalsze nowe i cenne rezultaty.

Do p. 3. W najbliższych latach instytuty nasze przy nawale pilnych prac dla przemysłu będą miały do dyspozycji środki raczej ograniczone zarówno w personelu, jak i w wyposażeniu pracowni naukowych. W takich warunkach duże korzyści może dać zarówno wzajemna pomoc między instytutami, jak i pomoc instytutom ze strony szkół technicznych i zakładów przemysłowych.

Instytutowi specjalnemu potrzebna jest często do rozwiązania postawionego mu zagadnienia mniej lub więcej szeroka współpraca innych specjalności, np. instytutowi elektrotechnicznemu może być potrzebna pomoc specjalistów chemików, metalurgów, mechaników itd. Nie stać nas jeszcze na to, żeby każdy instytut posiadał własne należycie rozbudowane pracownie obcej specjalności, a więc żeby np. instytut elektrotechniczny rozporządzał własnym oddziałem chemicznym lub metalurgicznym i, odwrotnie, instytut chemiczny własnym dobrze wyposażonym oddziałem elektrotechnicznym. Natomiast może i powinna być przewidziana z korzyścią dla obu stron bliska współpraca instytutów. Pomoc instytutom innej specjalności powinna być włączona do programu prac każdego instytutu. Dla każdej pracy naukowo-badawczej jeden — najwłaściwszy według specjalności — instytut objąłby odpowiedzialność i kierownictwo i korzystałby w przewidzianych z góry granicach z fragmentarycznej współpracy innych instytutów.

Również dla dobra sprawy powinno być przewidziane i umożliwione instytutom korzystanie w specjalnych kwestiach z okolicznościowej pomocy naukowej ze strony specjalistów — profesorów politechnicznych lub wybitnych inżynierów z przemysłu, korzystanie z doświadczenia praktyków, jak również wyzyskanie w wyjątkowych przypadkach i do doraźnych prac laboratoryjnego wyposażenia politechnik czy fabryk, jakiego instytut na razie nie posiada. Wreszcie warsztaty przemysłowe powinnyby wy-

konywać na potrzeby instytutów wszelkie narzędzia, modele itp. środki pracy, których instytut sam we własnych warsztatach na razie wykonać nie może.

Wydaje się, że praca instytutów, zorganizowana na powyższych zasadach, powinna dać krajowi duże i szybkie korzyści. Byłaby to praca tak dalece związana z przemysłem, że instytuty mogłyby być uważane za składową część przemysłu, torującą mu drogi postępu technicznego i umożliwiającą stałe — ilościowe i jakościowe — podnoszenie produkcji przemysłowej na coraz wyższy poziom. Pracownicy naukowi instytutów byliby wtedy niezawodnie tak samo ważnymi pracownikami produkcji, jak kierownicy ruchu w fabrykach.

Tadeusz Czaplicki

MGR INŻ. STANISŁAW IGNATOWICZ
Prezes SEP

Trzydziestolecie istnienia i pracy Stowarzyszenia Elektryków Polskich*)

Jubileusz, który obchodzimy na tym Walnym Zgromadzeniu, jest właściwym momentem do dokonania przeglądu dziejów SEP, skierowania uwagi na linię rozwojową i cechy charakterystyczne działalności naszego Stowarzyszenia w kolejnych etapach oraz na osiągnięte wyniki. Z przeglądu tego wyciągniemy wnioski, zmierzające do usprawnienia i pogłębienia naszej działalności.

Stowarzyszenie Elektryków Polskich powstało przez zespolenie niezależnie od siebie pracujących w owym czasie Kół Elektrotechników, które istniały w Warszawie i innych wielkich miastach w Polsce.

W dniach 7, 8 i 9 czerwca 1919 r. odbył się w Warszawie I Ogólnopolski Zjazd Elektrotechników, który był Zjazdem Organizacyjnym Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

W przyjętym na tym zjeździe statucie widnieją następujące podstawowe zadania i kierunki działalności Stowarzyszenia:

a) wspólna praca w sprawach dotyczących całokształtu zagadnień elektrotechnicznych oraz utrzymanie stałych stosunków z pokrewnymi instytucjami zagranicznymi;

b) krzewienie wiedzy elektrotechnicznej przez otwieranie i popieranie uczelni elektrotechnicznych w Polsce oraz przez popieranie i rozpowszechnianie polskiego piśmiennictwa elektrotechnicznego w każdej postaci;

c) tworzenie zbiorów, laboratoriów, biur porady fachowej, biur pośrednictwa pracy oraz urządzanie zjazdów, wycieczek naukowych, wystaw, odczytów itp.;

d) wspólne ustalanie przepisów, dotyczących instalacji, typu materiałów, środków bezpieczeństwa itp. oraz ustalanie słownictwa elektrotechnicznego;

e) współdziałanie w rozwoju rodzimego przemysłu elektrotechnicznego;

f) rejestracja polskich sił fachowych.

Stowarzyszenie grupowało inżynierów, techników i mistrzów.

Najwyższą instancją Stowarzyszenia według statutu było Ogólne Zgromadzenie Delegatów Kół, zwoływane corocznie przez zarząd.

Równocześnie z powstaniem Stowarzyszenia zaczyna wychodzić „Przegląd Elektrotechniczny", który w 1920 roku uznano za oficjalny organ SEP.

Żywot i rozwój SEP wiąże się z dziejami elektrotechniki polskiej i z ogólnym podłożem politycznym i gospodarczym kraju. Toteż dla wyrobienia sobie objektywnej i możliwie kompletnej opinii o kierunkach i wynikach działalności SEP oraz dla sklasyfikowania jego tradycji wydaje się rzeczą konieczną bodaj krótkie zobrazowanie ogólnego tła i układu stosunków, w których pracował SEP.

W momencie powstawania SEP grono jego założycieli dało wyraz dążeniom do nadania pracom Stowarzyszenia szerszego podłoża gospodarczo-społecznego i było wyrazicielem myśli postępowej. Widać to z kilku punktów porządku dziennego obrad I Ogólnopolskiego Zjazdu Elektrotechników w 1919 r., a więc:

— Uchwała w sprawie upaństwowienia źródeł energii elektrycznej,
— Uchwała w sprawie upaństwowienia komunikacji teletechnicznej,
— Uchwała w sprawie wywłaszczenia gruntów pod budowę elektrowni i linii elektrycznych,
— Uchwała w sprawie koncesji elektrycznych.

Przypomnijmy sobie, że był to okres ostrych starć politycznych i społecznych, w których wyniku ustrój kapitalistyczny z burżuazją jako klasą rządzącą ostał się i szybko ugruntował swą władzę, skupiając w swym ręku jej narzędzia zarówno ekonomiczne, jak i polityczne.

Inteligencja w tym ustroju stanowiła niejako warstwę pośrednią między klasą robotniczą i burżuazyjną i stała się w znacznej większości organem burżuazji.

Jeśli idzie o układ sił na odcinku gospodarczym w dziedzinie elektrotechniki w okresie przedwojennym, to w silnym skrócie przedstawiał się on jak następuje.

Przemysł elektrotechniczny był zasadniczo w ręku kapitału zagranicznego, który występował bądź w formie zamaskowanej, bądź w jawnej pod szyldami różnych krajów. W miarę wzmacniania swych wpływów kapitał zagraniczny coraz silniej ograniczał warunki rozwojowe rodzimego przemysłu elektrotechnicznego w Polsce. Terenem oddziaływania był między innymi odcinek normalizacji, gdzie przedstawiciele placówek produkcyjnych kierowanych przez kapitał zagraniczny dążyli do wygodnego dla swych mocodawców układu warunków technicznych, stwarzających np. w przypadku kabli niekonkurencyjność artykułów krajowych w stosunku do zagranicznych, bądź też zmuszających producenta do stosowania importowanych kartelowych surowców, jak to miało miejsce z wolframem w produkcji żarówek.

Jedyną państwową placówką produkcyjną były państwowe Zakłady Tele- i Radiotechniczne, których produkcja była związana w dużym stopniu z obronnością kraju. Ciekawe, że i tu kapitał zagraniczny, niemiecki, umiał znaleźć swoisty dostęp. Zakłady te produkowały, między innymi, liczniki energii elektrycznej na podstawie licencji Siemensa, a wyłącznym dostawcą tych liczników na rynek były „Polskie Zakłady Siemens".

W dziedzinie energetyki również obcy kapitał był mocno ugruntowany. W elektryfikacyjnych spółkach akcyjnych udział tego kapitału był rejestrowany w oficjalnej statystyce w wysokości 87%. Komunalne przedsiębiorstwa elektryfikacyjne były zależne od kapitału zagranicznego przez pożyczki, udzielane im na niekorzystnych warunkach.

W tych warunkach Ustawa Elektryczna z 1922 r., mająca na celu reglamentację inwestycji w dziedzinie elektryfikacji, a oparta na postępowych założeniach, nie spełniła swych zadań. Należy przypomnieć, że do 1938 r. ustawa ta nie rozciągała się na Górny Śląsk.

Przedsiębiorstwa energetyczne, służące kapitałowi, miały w swym ręku większość bogatych ośrodków gospodarczych — wdzięcznych obiektów do eksploatacji, a jednocześnie całe połacie kraju były zaniedbane pod względem elektryfikacji, co poważnie hamowało rozwój życia gospodarczego.

Dziedzina eksploatacji telekomunikacyjnej, stanowiąca wyłączność państwa, też nie była wolna od wpływu obcego kapitału. Na sieci użyteczności publicznej, administrowanej przez Ministerstwo P. i T., działał od 1922 r. koncesjonariusz — Polska Akcyjna Spółka Telefoniczna, gospodarująca kilkoma największymi sieciami telefonicznymi miejskimi.

Z powyższego szkicu ówczesnej sytuacji widzimy, że działalność SEP w okresie 1919—1939 r. odbywała się w narzuconych przez ustrój polityczny i strukturę życia gospodarczego warunkach, utrudniających bardzo wywieranie dodatniego wpływu na rozwój polskiej myśli technicznej i realizację idei niezależności gospodarczej.

SEP, mimo inicjatywy i ofiarnej pracy wielu swych członków — nie był w stanie stworzyć ośrodka, który dawałby wyraz zbiorowej opinii przeciwstawiającej się szkodliwym tendencjom, płynącym z ośrodków dyspozycyjnych kapitalizmu. Jako charakterystyczny przykład można

*) Odczyt prezydialny, wygłoszony na XV Walnym Zgromadzeniu SEP w Warszawie 9 września 1949 r.

przytoczyć bezbarwne stanowisko zajęte przez SEP w sprawie koncesji dla koncernu Harrimana, która to sprawa była epizodem wewnętrznej walki w obozie kapitalistycznym.

Główne zasługi SEP w okresie przedwojennym przypadły na następujące dziedziny jego stałej działalności.

Prace przepisowe prowadzone były od początku powstania Stowarzyszenia, a kompletne scalenie ich w SEP nastąpiło w 1931/2 r., kiedy to Polski Komitet Elektrotechniczny, który od 1924 r. zajmował się normalizacją, z organu autonomicznego staje się krajowym komitetem Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (CEI), przekazując swe prace przepisowe do Centralnej Komisji Normalizacji Elektrotechnicznej SEP. Działalność ta napotykała niejednokrotnie trudności materialne, które potrafiono skutecznie pokonywać nawet w okresie kryzysu gospodarczego, kiedy państwo wstrzymało wpłaty na prace przepisowe SEP. Wyniki osiągnięte przez SEP do 1939 r. w postaci wydanych 84 norm i przepisów o łącznej objętości ok. 1800 stron stawiają SEP na czele innych stowarzyszeń naukowo-technicznych, jeżeli idzie o tę dziedzinę działalności.

Prace słownicze prowadzone były przez Centralną Komisję Słownictwa Elektrotechnicznego i poważnie przyczyniły się do uporządkowania i wzbogacenia tego słownictwa.

Działalność wydawnicza objęła zarejestrowaną w ciągu 1929/39 liczbę 36 prac, w tym szereg oryginalnych dzieł oraz znany nam dobrze „Kalendarzyk SEP".

Działalność Biura Znaku Przepisowego SEP, uruchomionego w 1933 r. odegrała na tle ówczesnego ustroju życia gospodarczego bardzo pomocną rolę w usamodzielnieniu się powstającego krajowego przemysłu, z niekorzyścią dla importu. Potrafiono przezwyciężyć trudności stawiane przez ośrodki kapitału zagranicznego, stwarzając placówkę, której prace były cennym przyczynkiem do stałego podnoszenia jakości krajowego sprzętu instalacyjnego i elektrycznego sprzętu domowego.

Działalność szkoleniowo-odczytowa była rozwijana w stałym dążeniu do podnoszenia kwalifikacji zawodowych i rozszerzania horyzontu technicznego elektryków polskich. W ramach tej działalności zorganizowano kilka cyklów odczytów dla inżynierów i techników. Oddział Warszawski SEP organizował cykle odczytów dla monterów. W Warszawie czynne były kursy dla monterów instalatorów. W roku 1938, po przestudiowaniu zagadnienia, SEP wystąpił z inicjatywą uruchomienia kursów fabrycznych dla monterów. W ówczesnych warunkach inicjatywy tej nie udało się zrealizować. Obok akcji szkoleniowej prowadzonej przez Centralną Komisję Szkolnictwa Elektrotechnicznego SEP przyczyniał się do popularyzacji elektrotechniki przez organizowanie wystaw i pokazów.

Współpraca międzynarodowa w dziedzinie elektrotechniki była utrzymywana z czterema organizacjami międzynarodowymi. Reprezentantami polskiej elektrotechniki były Polski Komitet Elektrotechniczny, Polski Komitet Oświetleniowy i Polski Komitet Wielkich Sieci Elektrycznych.

W 1933 r. SEP zrealizował myśl stałej współpracy z bratnią organizacją czechosłowacką Elektrotechnicky Svaz Ceskoslovensky, organizując w Warszawie wspólne walne zgromadzenie z udziałem ok. 400 kolegów z Czechosłowacji. Dążenie do utrzymania tych stosunków na stałe zostało udaremnione przez znany bieg stosunków politycznych i dopiero po wojnie, w ustroju demokracji ludowej, współpraca ta została podjęta i jest utrzymywana w atmosferze szczerej przyjaźni.

Rzućmy teraz okiem wstecz na życie organizacyjne innych stowarzyszeń naukowo-technicznych grupujących elektryków w Polsce.

W 1920 roku powstało przy Stowarzyszeniu Techników Polskich w Warszawie Koło Teletechników, które w 1926 r. przeistoczyło się w samoistne Stowarzyszenie Teletechników Polskich. Charakter stowarzyszenia był w istocie elitarny; grupowało ono inżynierów i nieznaczną liczbę techników z dłuższą praktyką, zajmujących stanowiska inżynierskie. Działalność była prowadzona głównie w kierunku odczytowym i wydawniczym, obejmującym trzy czasopisma na poziomie wyższym, średnim i popularnym (popularne „Wiadomości Teletechniczne" wychodziły od 1932 r.).

W roku 1922 założono Stowarzyszenie Radiotechników Polskich, które miało podobną strukturę jak SEP. Stowarzyszenie to brało żywy udział w organizowaniu szkolnictwa radiotechnicznego oraz Instytutu Radiotechnicznego. Organem SRP był „Przegląd Radiotechniczny", który ukazywał się jako dodatek do „Przeglądu Elektrotechnicznego".

Obok wymienionych stowarzyszeń od 1916 r. istniał Związek Zawodowy Inżynierów Elektrotechników, grupujący elektryków — pracowników z wyższym i średnim wykształceniem, z wyłączeniem statutowym „osób czerpiących zyski z pracy innych inżynierów". Oganizacja ta była początkowo czynnikiem regulującym życie materialne i zawodowe swych członków, a w 1932 r. przeistoczyła się w Związek Polskich Inżynierów-Elektryków, stowarzyszenie stanowe o charakterze czysto inżynierskim. ZPIE rozwinął inicjatywę utworzenia Naczelnej Oganizacji Inżynierów (NOI), która powstała w 1935 r.

W ten sposób działalność Elektryków Polskich rozproszyła się w wielu organizacjach zasadniczo nie skoordynowanych ze sobą.

Na początku 1925 r. SEP rzuca myśl połączenia stowarzyszeń. Mimo całej słuszności myśl ta nie została podjęta do realizacji. Pierwsze włączyło się do SEP Stowarzyszenie Radiotechników Polskich, które przeistoczyło się w 1929 r. w Sekcję Radiotechniczną SEP. Całkowitą unifikację stowarzyszeń elektryków przeprowadzono w roku 1938/9. Niestety, zanim doszło do tego, w poszczególnych stowarzyszeniach wystąpiły rysy uwstecznienia z punktu widzenia społecznego. Były one odbiciem procesów postępujących w życiu politycznym i społecznym Polski. Tak więc w 1936 r. ZPIE wprowadził u siebie paragraf aryjski. Próba taka na terenie SEP, zainicjowana przez grupę członków-nacjonalistów na walnym zgromadzeniu w 1936 roku, pomimo akcji przygotowawczej, została odrzucona przez zgromadzenie. Dopiero w rok później i w SEP paragraf aryjski został przyjęty. Tak więc element postępowy nie wytrzymał działania zewnętrznego i wewnętrznego sił reakcyjnych.

Jak widać z podanej charakterystyki działalności SEP w okresie 1919—1939 r., Stowarzyszenie nasze było mieszaniną dobrych i złych elementów i cech — było takim, jakim być musiało w ówczesnym ustroju kapitalistycznym, zmierzającym prostą drogą do faszyzmu. Z jednej strony SEP osiągnął i przekazał do kontynuowania godne uznania wyniki w dziedzinie krzewienia wiedzy elektrotechnicznej i podnoszenia kultury technicznej, w szczególności poprzez akcję szkoleniowo-odczytową, przepisową, wydawniczą i prace nad słownictwem. Z drugiej strony, pomimo niejednokrotnych usiłowań, nie udało się w SEP stworzyć ośrodka walki o niezależność gospodarczą kraju. W ówczesnym układzie stosunków społecznych i politycznych znajdowaliśmy się po niewłaściwej stronie barykady oddzielającej świat pracy od burżuazji. Nie byliśmy dostatecznie silni i zdecydowani, aby skutecznie przeciwstawiać się naporowi sił reakcyjnych, uwsteczniających linię ideową naszego Stowarzyszenia.

Przechodząc do okresu wojennego, należy stwierdzić, że SEP kontynuował swą działalność w latach 1939—1944 w konspiracji. Głównym ośrodkiem działalności była Warszawa. Prowadzono szereg prac przepisowych oraz słowniczych. O wartości prac przepisowych niechaj świadczy fakt, że w 1946 r. opracowane podczas okupacji przepisy na linie elektryczne napowietrzne i przepisy na przyłącza zostały wykorzystane jako podstawowy materiał do redakcji ostatecznej. Ponadto opracowano komisyjnie projekt elektryfikacji Polski z perspektywą na lat 15 i z granicami zachodnimi na Odrze i Nysie. Niezależnie od prac w komisjach, odbywały się stałe zebrania, poświęcane omawianiu spraw bieżących i odczytom. W ciągu 5 lat okupacji odbyło się 167 takich zebrań przy udziale od 30—60 osób. W gronie sepowców powstawały szczerby. Odszedł od nas na zawsze szereg kolegów-bohaterów i kolegów-męczenników.

Również ci członkowie SEP, którzy zostali wywiezieni do obozów, tworzyli tam konspiracyjne grupy i koła, zajmując się akcją doszkalania oraz podejmując różne opracowania z poszczególnych dziedzin elektrotechniki.

Ogół kolegów sepowców zasłużył w czasie okupacji na szczere uznanie za dobrą postawę obywatelską i za ofiarną pracę dla dobra elektrotechniki polskiej.

Dla uzyskania pełnego obrazu z okresu wojny trzeba zaznaczyć, że w latach 1940—1946 istniała w Anglii zor-

ganizowana grupa elektryków polskich, która założyła i prowadziła Brytyjski Oddział SEP. Zajmowano się głównie akcją odczytową, doszkalaniem inżynierów teoretycznym i praktycznym na stażach technicznych, akcją wydawniczą, tłumaczeniami literatury fachowej oraz opracowaniem projektów elektryfikacji i telefonizacji Polski po wojnie. Projekty te, jako nie oparte na słusznych koncepcjach politycznych i ekonomicznych, przedstawiały małą wartość użytkową. W roku 1945/6, kiedy zdrowa część emigracji polskiej zgłosiła swój powrót do Polski, działalność tego oddziału SEP zaczęła się kurczyć. Oddział Brytyjski SEP przestał istnieć, a na jego miejsce powstało konsekwentnie emigranckie Stowarzyszenie Elektryków Polskich w Wielkiej Brytanii, nie powiązane pod żadnym względem z SEP.

Przejdę teraz do omówienia działalności SEP w ostatnim pięcioleciu. Nie ulega żadnej wątpliwości, że należało ją wznowić w odrodzonej Polsce Ludowej, przejmując dobre tradycje z okresu poprzedniego, a odrzucając ujemne.

Pierwsze kroki do wznowienia działalności SEP, poczynione przez szczupłe grono kolegów w marcu 1945 r., a zmierzające do powołania władz stowarzyszenia i zarejestrowania SEP, dały szybkie wyniki. Utworzono tymczasowy zarząd główny, który podjął następujące zadania:

a) sporządzenie spisu członków;

b) zorganizowanie Sekretariatu Generalnego;

c) zdobycie potrzebnych środków finansowych;

d) uruchomienie komisji SEP i wznowienie działalności sekcji SEP;

e) wznowienie wydawania „Przeglądu Elektrotechnicznego“;

f) powołanie władz w dawnych oddziałach SEP i wznowienie pracy tych oddziałów oraz powołanie do życia nowych oddziałów na Ziemiach Odzyskanych.

Oczywiście, pierwsze kroki w reaktywowaniu SEP, tak jak wielu innych stowarzyszeń naukowo-technicznych, oparte były na przedwojennej koncepcji. W naszym przypadku oparto się w pierwszej chwili na statucie z 1929 roku.

Należało najśpieszniej wyciągnąć wnioski wynikające z radykalnych zmian, które nastąpiły po wyzwoleniu Polski w stosunkach gospodarczych, społecznych i politycznych. Klasa robotnicza stała się kierowniczą siłą społeczną, stwarzając dla inteligencji w ogóle, a dla stowarzyszeń naukowo-technicznych w szczególności wyjątkowo pomyślne warunki pracy i otwierając szerokie horyzonty działalności.

Powstały wielkie plany odbudowy gospodarki narodowej — konsekwentne, imponujące rozmiarami. Do realizacji tych planów przystąpiła klasa robotnicza z wielkim entuzjazmem, pociągając za sobą coraz większe rzesze inteligencji.

Inteligencja techniczna stale przeciągana przed wojną na stronę burżuazji zamienia się w siłę postępową, stanowiącą całość z klasą pracującą.

Dla elektryków polskich powstały możliwości, o jakich oni nie śnili, nie mogli marzyć przed wojną, możliwości oddziaływania na kształtowanie planów, na sposób i tempo ich realizacji. Rząd otoczył troskliwą opieką naukę i technikę polską.

Znaczenie stowarzyszeń naukowo-technicznych w Polsce Ludowej wzrosło, a zadania ich nabrały wielkiej wagi.

Przy odbudowie SEP te podstawowe momenty należało uświadomić sobie jak najprędzej i wziąć jako punkty wyjściowe dla działalności Stowarzyszenia. Powstała więc konieczność właściwego wytyczenia tej działalności z wykorzystaniem rozległych możliwości, które otworzył ustrój Demokracji Ludowej, i z jednoczesnym wyeliminowaniem tych tradycji, które były szkodliwe.

Ponieważ takie same okoliczności istniały w innych pokrewnych SEPowi stowarzyszeniach, podjęto myśl utworzenia Naczelnej Organizacji Technicznej, zrzeszającej wszystkie stowarzyszenia techniczne w celu wspólnej pracy dla odbudowy i rozbudowy kraju oraz dla rozwoju techniki polskiej.

Na początku 1946 r. SEP nawiązał ścisłą współpracę z Komitetem Organizacyjnym NOT, a w maju tego roku zwołano Zjazd Zarządów Oddziałów SEP, na którym głównym punktem obrad było omówienie podstaw ideologicznych NOT, wytyczenie form i zasad działalności SEP, oraz przedyskutowanie sprawy potrzebnych zmian ustrojowych SEP w związku z jego przystąpieniem do NOT.

W wyniku uchwalono jednomyślnie przystąpienie SEP do NOT.

Na tymże zjeździe uchwalono następującą rezolucję: „Zjazd Zarządów Oddziałów SEP zwraca się do wszystkich elektryków polskich znajdujących się poza granicami kraju z apelem do natychmiastowego powrotu dla pracy nad odbudową Ojczyzny“.

W ciągu 1946 r. uruchomiono w SEP prace przepisowe oraz wznowiono działalność Centralnej Komisji Słownictwa Elektrotechnicznego, Centralnej Komisji Szkolnictwa Elektrotechnicznego, Komisji Bibliotecznej oraz Komisji Wydawniczej.

We wrześniu 1946 r. odbyło się w Łodzi pierwsze powojenne, a dwunaste kolejne Walne Zgromadzenie SEP. Znamienne, że głównym punktem obrad, obok sprawy zmiany statutu SEP, było przestudiowanie w komisjach 3-letniego planu odbudowy gospodarczej Polski w dziedzinie energetyki, przemysłu elektrotechnicznego i telekomunikacji, oraz opracowanie w wyniku obrad wniosków i uwag SEP do planu 3-letniego na Kongres Techników, który odbył się w grudniu tegoż roku.

Z kolei w czerwcu 1947 r. odbyło się następne XIII Walne Zgromadzenie SEP we Wrocławiu. Punktem ciężkości obrad było obszerne przedyskutowanie zagadnienia szkolnictwa elektrotechnicznego i wysunięcie szeregu wniosków, dotyczących wyższego szkolnictwa technicznego i szkolenia kadr fachowych elektryków.

Najważniejsze z tych wniosków podkreślały konieczność:

a) położenia nacisku na obywatelskie wychowywanie młodzieży na wszystkich szczeblach nauczania,

b) rozciągnięcia wykształcenia również na specjalności dotychczas zaniedbane, jak np. ekonomiczno-techniczna, i na planowanie,

c) dokształcania pracujących zawodowo przez tworzenie na różnych szczeblach kursów oraz szkół wieczorowych i korespondencyjnych.

Drugim ważkim z punktu widzenia gospodarczego momentem było omawianie zagadnień remontu i odbudowy i wysunięcie odpowiednich wniosków na ten temat.

Następnym etapem powojennego rozwoju SEP był I Zwyczajny Zjazd Delegatów SEP w Warszawie w grudniu 1947 r., na którym dokonano przeglądu działalności SEP za rok 1947. Stwierdzono dobry rozwój stałych prac: słowniczych, normalizacyjnych oraz w dziedzinie szkolnictwa, zwalczania wypadków porażenia prądem elektrycznym, wreszcie prac wydawniczych. W wyniku obrad zgłoszono szereg wniosków, z których najważniejszy bodaj był wniosek podkreślający konieczność ściślejszej koordynacji planowania rozwojowego resortów, obejmujących elektryfikację, telefonizację i radiofonizację kraju, z planami rozbudowy przemysłu elektrotechnicznego.

Pogłębianie prac SEP i stopniowe rozszerzanie ich zakresu było ułatwione dzięki opiece i pomocy w rozwiązywaniu nasuwających się zagadnień ze strony NOT, z którym współpraca stale pogłębiała się.

W czerwcu 1948 r. odbyło się XIV Walne Zgromadzenie SEP w Szczecinie, poświęcone zagadnieniom planu technicznego i szeregowi podstawowych zagadnień z poszczególnych dziedzin elektrotechniki w ujęciu perspektywicznym. Zgłoszono wnioski o charakterze gospodarczo-technicznym, a także kilka wniosków dotyczących szkolnictwa zawodowego na wszystkich szczeblach.

W kwietniu 1949 r. odbył się w Warszawie II Zwyczajny Zjazd Delegatów SEP, na którym omówiono działalność SEP za okres grudzień 1947 r. — kwiecień 1949 r. W okresie tym Zarząd Główny zatwierdził ostatecznie oparte na nowym statucie SP, który wszedł w życie 18 października 1947 r., regulaminy Sekcji Telekomunikacyjnej SEP i wszystkich 17 Oddziałów, co zakończyło okres ostatecznej organizacji całości Stowarzyszenia. Dalej reaktywowano PKOśw. i PKE, powołano Centralny Referat Odczytowy i współpracowano przy wznowieniu „Wiadomości Elektrotechnicznych“. Bliższe dane co do ostatniego okresu działalności SEP koledzy znajdą na łamach „Przeglądu Elektrotechnicznego“ lub usłyszą dziś ze sprawozdania kolegi Sekretarza Generalnego.

Patrząc wstecz na ostatnie pięciolecie, możemy stwierdzić, że SEP szybko zorganizował się po wojnie, która przerzedziła szeregi członków i zniszczyła niemal cały nasz dorobek naukowo-techniczny i całe mienie. Dostatecznie szybko zrozumiano w SEP konieczność właściwego nastawienia działalności Stowarzyszenia według obszernych mo-

żliwości w ustroju Demokracji Ludowej i odpowiednio do zadań ciążących na naszej organizacji. Mamy nie tylko obszerny dorobek w dziedzinie normalizacyjnej, wydawniczej, słowniczej i odczytowej, szereg opracowań z zakresu szkolnictwa i bezpieczeństwa pracy, lecz zabieramy coraz częściej głos w sprawach aktualnych, dotyczących rozwoju życia gospodarczego w zakresie elektrotechniki, do czego jesteśmy wzywani i zachęcani zarówno przez sfery administracyjno-gospodarcze, jak i społeczno-polityczne. Nie jest to jednak wszystko, czego od nas wymaga wspaniałe tempo rozwoju życia gospodarczego i czego możemy dokonać w obecnych warunkach. Musimy zdać sobie sprawę z tego, jakie są nasze niedociągnięcia i zwrócić baczną uwagę na ich usunięcie.

Po pierwsze, należy przeprowadzić coraz intensywniej akcję werbunkową wśród elektryków, których znaczna ilość jest poza naszym Stowarzyszeniem. Szczególną uwagę trzeba zwrócić na techników i mistrzów, dla których drzwi SEP są naoścież otwarte.

Po drugie, przebudowa dokonana w SEP nie jest należycie pogłębiona na niektórych odcinkach. Nie chodzi tu o statutowe postawienie sprawy, ale o życiowe. Koledzy inżynierowie powinni coraz bliżej, coraz serdeczniej, coraz owocniej współpracować z kolegami technikami i mistrzami, wciągając ich do agend oraz władz SEP. Czyż nie jest zastanawiający fakt, że w Zarządzie Głównym SEP nie mamy ani jednego technika lub mistrza elektryka?

Po trzecie należy szybko poprawić niezadawalające tempo włączania się Stowarzyszenia w ruch współzawodnictwa i racjonalizatorstwa. Dopiero ostatnio postawiliśmy pierwsze konkretne kroki przez zainicjowanie w terenie komisji techniczno-doradczych dla racjonalizatorów. Komisje te należy otoczyć szczególną opieką i nadać ich pracy rumieniec życia od samego początku. O ważności zagadnienia tego wszyscy wiemy i mówimy, ale musimy na tym odcinku szybciej i w szerszej skali działać.

Dalej dodam uwagę o konieczności rozszerzenia działalności odczytowej na zakłady fabryczne. Akcja ta jest przygotowywana w SEP; zbliża się jesienny sezon odczytowy, powinna się więc rozpocząć w przyszłym miesiącu. Nasza działalność na odcinku szkolnictwa wymaga pogłębienia. Musimy, obok bardzo pożytecznych opracowań Centralnej Komisji Szkolnictwa Elektrotechnicznego i obok opieki wspólnie z SIMP nad rozwojem Wieczorowej Szkoły Inżynierskiej w Warszawie, rozwinąć działalność praktyczną, wyrażającą się we współpracy nad organizowaniem zawodowych szkół wieczorowych, kursów korespondencyjnych i dokształcających wszystkich szczebli. Oczywiście, działalność tę będziemy prowadzić w ścisłym porozumieniu z NOT.

W sprawach odczytowych i wydawniczych należałoby poświęcić więcej niż dotąd uwagi zagadnieniom planu technicznego w naszych odczytach i na łamach wydawanych czasopism. Uwaga ta, jeśli idzie o pisma, nie ma charakteru krytycznego wyłącznie pod adresem kolegów redaktorów i komitetów redakcyjnych. Dotyczy ona nas wszystkich. Piszmy na tematy związane z planem technicznym, który wszak jest obszernym kompleksem środków zmierzających do usprawnienia i powiększenia produkcji.

Wreszcie, jeszcze jedna uwaga, dotycząca naszej pracy organizacyjnej. W celu skierowania całego wysiłku zarządu głównego na najważniejsze odcinki działalności, na stronę ideową i merytoryczną zagadnień jest pożądane odciążenie się od pracy administracyjnej, tam gdzie to jest możliwe nie tylko bez uszczerbku, ale nawet połączone jest z pewnymi korzyściami ekonomicznymi.

Kierując się tą myślą, zarząd główny przekazał ostatnio NOTowi do ogólnej biblioteki stowarzyszeń technicznych księgozbiór SEP. Obecnie jesteśmy w trakcie przekazywania do NOTu administracji czasopism SEPowskich. Oczywiście, komitety redakcyjne i koledzy redaktorzy będą nadal pracowali w ramach SEP. Strona merytoryczna naszych prac w zakresie wydawnictw periodycznych niezawodnie zyska na tych zmianach poważnie.

Pozwoliłem sobie na wypowiedzenie kilku uwag krytycznych i naświetleń pod wpływem wspólnej nam wszystkim troski o dalszą owocną działalność drogiego nam SEPu, którego dodatnie osiągnięcia, zdobyte ofiarną pracą jego członków w ciągu 30 lat, pragniemy utrzymać i stale powiększać.

Nie poruszałem zagadnień włączania się członków SEPu do opracowania planu 6-letniego i do jego realizacji, gdyż zagadnienie to jest trzonem naszych obrad. Przez poświęcenie temu tematowi dzisiejszego odczytu i jutrzejszych referatów i obrad dajemy dowód oceniania wagi tej sprawy. Takiż dowód w stosunku do współpracy nauki z techniką stanowi referat, który będzie wygłoszony i dyskutowany w trzecim dniu zjazdu.

Na zakończenie pragnę oświadczyć z pełną wiarą i świadomością, że potrafimy osiągnąć zakreślone cele. Mamy po temu szczere chęci, mamy jak najpomyślniejsze warunki działania. Szeregi nasze składają się z grona najwybitniejszych przedstawicieli polskiej nauki elektrotechnicznej oraz z rosnącej ciągle rzeszy inżynierów, techników i mistrzów-elektryków. Praca naszego Stowarzyszenia wyszła z ram technicznych i da ciągle rosnące wyniki, gdyż opiera się na szerokim podłożu społeczno-politycznym.

Szczęśliwi jesteśmy, że możemy wziąć udział w rozbudowie gospodarczej Polski Ludowej i przyczynić się swą pracą do wzrostu jej siły oraz do szybszego przebycia drogi ku ustrojowi socjalistycznemu.

Pragniemy przyczynić się swą pracą do zwycięstwa sił postępu w walce o trwały pokój.

Niech żyje SEP i niech rozwija swą działalność dla dobra Polski Ludowej!

Niech żyje braterska współpraca inteligencji technicznej z klasą robotniczą!

Niech żyje i zacieśnia się współpraca SEP z elektrykami Związku Radzieckiego i krajów Demokracji Ludowej!

BOLESŁAW KONORSKI

Wybór czwartej jednostki podstawowej

Materiały do polskiego projektu wielkości i jednostek elektromagnetycznych*)

Treść. Przegląd propozycji różnych krajów w sprawie wyboru czwartej jednostki. Szkic projektu układu opartego na trzech jednostkach mechanicznych, ustalonych przez Georgi'ego, oraz na jednej z czterech równoważnych pod względem definicyjnym elektrycznych jednostek (1A, 1V, 1C, 1Wb).

Выбор четвертой единицы в системе электрических единиц. Обзор предложений, исходящих из различных стран относительно выбора четвертой единицы. Эскизный проект системы, основанной на трех механических единицах, принятых в системе Giorgi, и на одной из четырех электрических единиц (1 A, 1 V, 1 C, 1 Wb) одинаково пригодных с точки зрения их определения.

Selection of the fourth unit in the system of electrical units. A review of the proposals of various countries pertaining to the selection of the fourth unit. Outline of a system based on the three mechanical units fixed by Georgi, plus a fourth selected from the four electrical units (1A, 1V, 1C and 1Wb), equivalent in respect of definition.

I. UWAGI OGÓLNE

Obserwując rozwój konstrukcji technicznych można zauważyć pewną cechę charakterystyczną. Bezpośrednio po pojawieniu się jakiejś nowej idei technicznej, która służy jako podstawa budowy nowej maszyny lub nowego urządzenia, powstają najrozmaitsze konstrukcje przeznaczone do realizacji tej idei. Konstrukcje te przedstawiają czasem wielkie bogactwo najróżnorodniejszych form i może się wydawać, że istnieje mnogość dróg prowadzących do tego samego celu. Jednakże wraz z upływem czasu i postępującym przy tym nagromadzeniem coraz większej ilości doświadczeń z tej dziedziny; wraz z postępującym wszechstronnym badaniem strony teoretycznej zagadnienia; wraz z powstaniem i krzepnieniem myśli krytycznej oraz równolegle ze wzrostem wymagań życia praktycznego — coraz wyraźniejszy staje się fakt, że niektóre z wytyczonych dróg prowadzą na manowce, że niektóre idee nie zdają egzaminu życiowego, nie mogą sprostać coraz większym

*) Artykuł dyskusyjny.

wymaganiom sprawności, ekonomiki i bezpieczeństwa, że zanikają, przestają się rozwijać i zostają wreszcie zapominane. Wydaje się, że wśród idei konstrukcyjnych istnieje taka sama walka o byt, jak w świecie zwierząt i roślin. W wyniku tej walki pozostaje już tylko niewielka liczba odmiennych metod konstrukcyjnych, które dzięki swym zaletom potrafią ostać się pod naporem krytyki i stanowić trzon dla dalszego technicznego postępu.

Taka jest historia maszyny elektrycznej, przyrządów pomiarowych, lampy elektronowej. Te same cechy posiada także historia układów jednostek i wielkości elektrycznych. Elektrotechnika jest nauką młodą, nic też dziwnego, że przed niedawnym jeszcze czasem wiele układów walczyło ze sobą o palmę pierwszeństwa. Współistniały przede wszystkim obok siebie dwa układy bezwzględne: elektrostatyczny i elektromagnetyczny, dołączył się do nich symetryczny układ Gaussa, w następstwie powstały układy czterojednostkowe w najrozmaitszych modyfikacjach, układy zracjonalizowane Heaviside'a, układ Lorenza i wiele innych. Każdy z tych układów odpowiadał historycznie pewnemu zakresowi horyzontów poznania, pewnej głębokości osiągniętej wiedzy. Można to poczytywać za okoliczność szczęśliwą, że w chwili obecnej wiele związanych z tą dziedziną spraw zostało wyjaśnionych, że wiele z tych układów złożono do historycznego lamusa. Dotyczy to przede wszystkim układów trójjednostkowych zdecydowanie odrzuconych przez nowoczesnych elektryków. Daje temu wyraz autor jednego z najlepszych podręczników teoretycznej elekrotechniki w języku niemieckim K. Küpfmüller, który pisze *): „zależność pomiędzy jednostkami międzynarodowymi i dawnymi jednostkami elektrostatycznymi i elektromagnetycznymi... nie posiada żadnego praktycznego znaczenia... i jest potrzebna tylko przy studiowaniu książek starszej daty".

Pierwsze układy czterojednostkowe opierały się na czterech jednostkach podstawowych, z których dwie były jednostkami mechanicznymi, dwie zaś — elektrycznymi. Ze względu na swe wielkie zalety pojęciowe i dydaktyczne układy te stosowane są także i obecnie. Istnieją one w różnych odmianach, jednakże wszystkie oparte są na tym samym zespole jednostek międzynarodowych i z tego powodu są one układami r ó w n o w a ż n y m i albo h o l o m o r f i c z n y m i, tak że przejście od jednego układu do innego nie sprawia żadnych trudności. Nie będziemy w ramach obecnego artykułu zatrzymywali się nad wielkimi zaletami, jakie w stosunku do dawnych układów bezwzględnych posiadają układy czterojednostkowe, ani nad przyczynami, które sprawiły, że układy scharakteryzowane powyżej zostały zastąpione przez układ jednostek Giorgiego oparty również na czterech jednostkach, z których trzy są jednostkami mechanicznymi, czwarta zaś — jednostką elektryczną. Pragniemy tylko nadmienić, że w chwili obecnej układ Giorgiego dominuje w świecie elektryków nad wszystkimi innymi i że jest w trakcie opanowywania coraz dalszych terenów. Jeżeli chodzi o dzieła z dziedziny elektrotechniki, to jest on prawie bez wyjątku stosowany w ZSRR, w Niemczech i w Szwajcarii, a coraz więcej używany w Stanach Zjednoczonych i w Wielkiej Brytanii. Natomiast autorzy teoretycznych dzieł z zakresu teorii elektryczności oraz fizycy stosują jeszcze często dawne układy bezwzględne.

Trzy jednostki mechaniczne, na których opiera się układ Giorgiego, są:

jednostka długości, 1 metr = 1 m,
jednostka masy, 1 kilogram = 1 kg,
jednostka czasu, 1 sekunda = 1 s.

Definicje tych trzech jednostek ustalone są w znany sposób: definicje 1 metra i 1 kilograma oparte są na przechowywanych wzorcach, definicja 1 sekundy ustalona jest przez ruch obrotowy ziemi naokoło słońca.

Zgodnie z powyższym układ tych jednostek podstawowych oznacza się symbolem (MKS). Z wymienionych trzech jednostek p o d s t a w o w y c h powstają inne jednostki (jednostki p o c h o d n e):

(1) jednostka siły, 1 niuton = 1 N = 1 $kgms^{-2}$
(2) jednostka energii, 1 dżul = 1 J = 1 kgm^2s^{-2}
i inne.

*) Einführung in die theoretische Elektrotechnik, wyd. II, Berlin, 1939, str. 7.

Układ (MKS) odpowiada wymaganiom techniki i jest całkowicie wystarczający, jeżeli chodzi o dziedzinę mechaniki. Natomiast przy zastosowaniu w elektrotechnice układ (MKS) musi (z powodów, które tu nie będą omawiane) być uzupełniony przez dodatkową czwartą jednostkę podstawową. Sprawą powyższą zajmowała się miarodajna w tej dziedzinie instytucja, tzw. Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (CEI). Komisja ta zaleciła w r. 1935 obranie czwartej jednostki spośród następujących siedmiu jednostek: 1 C (kulomb), 1 Wb (weber), 1 A (amper) 1 V (wolt), 1 F (farad), 1 H (henr), 1 Ω (om). Wybór miał być dokonany przez Komitety Krajowe, po czym miało nastąpić międzynarodowe uzgodnienie tej sprawy. Z powodu drugiej wojny światowej uzgodnienie takie nie nastąpiło i w chwili obecnej nie wszystkie państwa zabrały głos. Do nich należy także i Polska. Ostateczna decyzja ma nastąpić w r. 1954 i wówczas będzie prawdopodobnie przeprowadzona rewizja całokształtu wszystkich odnośnych problemów. Stoimy wobec tego w chwili dzisiejszej w Polsce przed następującym aktualnym zagadnieniem: jaką czwartą jednostkę elektryczną należy dołączyć do układu Giorgiego MKS? Nie mogą być przy tym pominięte i inne sprawy, a mianowicie m. inn. jakie stanowisko zajmie Polska w sprawie racjonalizacji równań w elektrotechnice oraz czy Polska jest w stanie opracować, przedstawić i obronić swoją własną koncepcję polskiego układu wielkości i jednostek?

Poniżej zajmiemy się tylko pierwszym zagadnieniem.

II. UWAGI O AKTUALNYCH PROJEKTACH KOMITETÓW ZAGRANICZNYCH

Przy dokładnym rozważeniu sprawy okazuje się, że wybór i zdefiniowanie jednostki elektrycznej, która ma służyć jako jednostka podstawowa, nie jest rzeczą łatwą. Definicje międzynarodowych wielkości elektrycznych jak np. 1 ampera, 1 kulomba, 1 oma oparte są na podstawie metrologicznej. Taki charakter ma np. definicja 1 ampera (podana tu w skrócie):

1 amper międzynarodowy jest natężeniem prądu stałego, który, przepływając przez wodny rozczyn azotanu srebra $AgNO_3$ (przygotowany w określony sposób) strąca w ciągu 1 sekundy 1,11800 mg srebra,

lub definicja 1 oma (w skrócie):

1 om międzynarodowy jest to mierzony w określonych warunkach opór słupa rtęci o długości 106,3 cm, o jednostajnym przekroju 1 mm^2 i o masie 14,4521 g.

Niedostateczność tych definicji rzuca się w oczy. Określone przez nie podstawowe jednostki są uzależnione nie tylko od zmieniających się wraz z postępem technicznym metod pomiarowych, ale również i od składu chemicznego oraz od czystości użytych do pomiaru substancji. Jak wiadomo, skład chemiczny materiałów nie daje się w ogóle ściśle ustalić przy użyciu tylko metod chemicznych (izotopy). W ten sposób przytoczone powyżej definicje mogą wprawdzie być uznane jako wystarczające z punktu widzenia potrzeb dzisiejszej praktyki, jednak nie określają one definiowanych jednostek w sposób jednoznaczny i dający się ściśle reprodukować. Nie będąc w stanie oprzeć się na wzorcach zalegalizowanych, stwarzamy w podanych definicjach około ustalonych jednostek luz, który jest tym bardziej niebezpieczny, że nie jest ściśle określony; nie jesteśmy bowiem w stanie zmierzyć, obliczyć lub określić w jakikolwiek inny sposób wielkości popełnianego przy pomiarze błędu, tzn. różnicy np. pomiędzy mierzonym amperem i „prawdziwym" międzynarodowym amperem. W ten sposób trwałość definiowanych jednostek jest zagrożona. Poza tym nie jesteśmy w stanie stwierdzić, jak dalece mogą się powiększyć w przyszłości nasze wymagania dotyczące ścisłości pomiarów; w obliczu tych okoliczności obecne definicje mogą się okazać niedostateczne i wymagać korektury.

Wszystkie przytoczone wyżej uwagi sprawiają, że podane definicje należy uznać z teoretycznego punktu widzenia za niewłaściwe. Wychodząc z tej oceny CEI postanowiła już w r. 1933 oprzeć definicje podstawowych jednostek na przesłankach teoretycznych, a mianowicie na jednostkach, określonych przez bezwzględny układ elektromagnetyczny, który był prototypem stosowanych obecnie jednostek praktycznych.

Od czasów Faradaya i Maxwella wiemy, że wszelkie zależności pomiędzy wielkościami mechanicznymi i elektromagnetycznymi uzależnione są od elektrycznych lub magnetycznych własności ośrodka, w którym badane zjawiska się odbywają. W dążeniu do uniezależnienia się od nieokreślonych własności materialnych ośrodków, których skład musi być traktowany zawsze jako niezupełnie pewny, zwrócono niebawem uwagę na możliwość wykorzystania próżni, jako ośrodka o stałych własnościach i światowej substancji o niezmiennym składzie. Stąd powstały pierwsze koncepcje uwzględnienia w układzie bezwzględnym dielektrycznych i magnetycznych własności próżni, wyrażonych przez wielkości ε_0 i μ_0 przedstawiające dielektryczną i magnetyczną przenikalność próżni. Powstałe w ten sposób układy oznaczone symbolami ($CGS\varepsilon_0$) i ($CGS\mu_0$) znajdują się w użyciu w Stanach Zjednoczonych, w Wielkiej Brytanii i w Europie Zachodniej. Jednakże pod względem koncepcyjnym układy te nie są zupełnie jasne i ograniczają się do przedstawiania jednostek pochodnych za pomocą potęg wymienionych wyżej czterech jednostek podstawowych. Należy tu podkreślić wielką zaletę tych układów w stosunku do pierwotnego bezwzględnego układu elektromagnetycznego i elektrostatycznego. Opierając się na wynikającej z teoretycznych przesłanek zależności

$$\varepsilon_0 \mu_0 = \frac{1}{c^2}, \qquad (3)$$

gdzie c jest prędkością światła:

$$c = (2{,}99796 \pm 0{,}00004) \cdot 10^8 \frac{m}{s}, \qquad (4)$$

można mianowicie pokazać, że wymiary wszystkich wielkości elektrycznych i magnetycznych w układach ($CGS\varepsilon_0$) i ($CGS\mu_0$) są jednakowe, podczas gdy w obu układach bezwzględnych stosunek tych wymiarów równa się całkowitej potędze wymiaru prędkości.

Pierwszym układem, który w sposób jasny i zdecydowany oparł się na własnościach próżni, był radziecki układ opublikowany w styczniu r. 1948. Układ ten nie idzie po linii zaleceń CEI i przyjmuje jako czwartą jednostkę podstawową 1 magn, który przedstawia przenikalność magnetyczną teoretycznego ośrodka o przenikalności $\frac{10^7}{4\pi}$-krotnie większej niż przenikalność magnetyczna μ_0 próżni. Ponieważ, jak wiadomo:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\Omega s}{m}, \qquad (5)$$

przeto wynika stąd

$$1 \text{ magn} = 1 \frac{\Omega s}{m}. \qquad (6)$$

Otrzymany w ten sposób układ oznaczany jest symbolem (MKSM). Opierając się na tych czterech podstawowych jednostkach możemy określić wszystkie inne i ustalić ich wymiary.

W układzie (MKSM) jednostka natężenia prądu 1 amper zdefiniowana jest za pomocą związku

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu i^2}{2\pi a}, \qquad (7)$$

który określa siłę przyciągania (na 1 metr długości) dwóch prostoliniowych nieskończenie długich przewodów (o kołowym przekroju bardzo nieznacznych wymiarów), zawieszonych w odległości wzajemnej a w ośrodku o przenikalności μ. Stąd przy założeniu $a = 2$ m i $\mu = 4\pi$ magnów znajdujemy siłę $F/l = 1$ N, jeżeli przepływający przez przewód prąd ma natężenie 1 ampera.

Jednostkę napięcia 1 wolt (1 V) projekt radziecki definiuje ze związku

$$1 \text{ V} = \frac{1 \text{ W}}{1 \text{ A}}; \qquad (8)$$

inne jednostki otrzymuje się jako jednostki pochodne 1 A i 1 V w zwykły sposób.

Jakie są wady radzieckiego projektu? Zdaniem naszym największą wadą nowej jednostki 1 magn jest to; że na ogół nie znajduje się ona w kręgu rozważań i wiadomości inżyniera elektryka, że nie przemawia do jego zmysłów i do jego wyobraźni. Magnetyczna przenikalność próżni jest pojęciem, które trudno sobie wyobrazić; tym bardziej trudno wyobrazić sobie lub stosować jednostkę około miliona razy większą niż μ_0. Poza tym, chcąc za pomocą jednostek 1 m, 1 kg, 1 s, 1 magn przedstawić inne jednostki elektryczne, musimy posługiwać się ułamkowymi potęgami jednostek podstawowych. Istotnie, z definicji wynika

$$1\ \Omega s = 1 \text{ magn.m.} \qquad (9)$$

Chcąc określić np. jednostkę 1 A (amper), musimy posłużyć się związkiem

$$1 \text{ J} = 1 \text{ A}^2\, \Omega s, \qquad (10)$$

z którego wynika

$$1 \text{ A} = 1 \text{ kg}^{1/2} \text{ m}^{1/2} \text{ s}^{-1} \text{ magn}^{-1/2}. \qquad (11)$$

W ten sposób w skład najważniejszych jednostek 1 A, 1 C, 1 V, 1 Wb wchodzą ułamkowe potęgi jednostek podstawowych *). Wprawdzie tego rodzaju oznaczenia jak (11) nigdy nie są w praktyce używane i wzajemne stosunki pomiędzy jednostkami wyrażamy wyłącznie za pomocą zależności pomiędzy jednostkami 1 A, 1 C, 1 V, 1 Ω itd., jednak niemożność wymiernego przedstawienia wielkości przy użyciu jednostek podstawowych musi być poczytywana za wadę układu (MKSM).

Nie można natomiast uważać za wadę omawianego układu okoliczności, że definicja jednostki 1 amper opiera się na konstrukcji nie dającej się zrealizować w praktyce (nieskończenie długie i nieskończenie cienkie przewody, idealna próżnia itd.). Definicja powyższa służy wyłącznie do teoretycznego ustalenia rozmiaru jednostki i do określenia wzajemnego stosunku tej jednostki do jednostek innych; nie jest natomiast jej bezpośrednim zadaniem ustalenie konkretnej metody służącej do praktycznego zrealizowania pomiaru.

Z nowszych projektów, których opisy znalazły się w rękach autora, najciekawszy jest projekt francuski (i zgodny z nim projekt republiki południowo-afrykańskiej). Projekt ten przewiduje jako czwartą jednostkę podstawową 1 amper i określa tę jednostkę w sposób następujący:

> 1 amper jest natężeniem prądu stałego, który, przepływając przez dwa równoległe prostoliniowe nieskończenie długie zawieszone w próżni we wzajemnej odległości 1 metra przewody o przekroju kołowym bardzo małych wymiarów, sprawia, że siła powstająca pomiędzy tymi przewodami wynosi 2.10^{-7} N na 1 metr ich długości.

Definicja powyższa jest bardzo zbliżona do definicji radzieckiej; opiera się ona na tej samej zależności (7) i przyjmuje tę samą wartość (5) przenikalności magnetycznej μ_0. Projektowany układ francuski jest zupełnie zgodny pod względem swej wewnętrznej struktury z projektowanym układem radzieckim. Podstawą obu tych układów jest ta sama substancja: eter wszechświatowy. Różnica pomiędzy nimi polega na tym, że układ radziecki ustanawia bezpośrednio wielokrotność wielkości μ_0 jako czwartą jednostkę i tym sprowadza w swoich konsekwencjach szereg trudności, podczas gdy projekt francuski stara się te trudności ominąć przez wysunięcie 1 ampera jako czwartej jednostki. Osiąga się przy tym następujące korzyści podkreślane przez Komitety francuski i południowo-afrykański:

a) w wymiarach jednostek nie ma potęg ułamkowych;

b) amper jest wielkością podstawową w teorii elektromagnetyzmu; jest to jedna z pierwszych jednostek, z którą się przy rozwinięciu tej teorii spotykamy;

c) podana powyżej definicja 1 ampera jest niezależna od sprawy racjonalizacji wzorów;

d) definicja 1 ampera nawiązuje do metod metrologicznych;

e) amper jest jednostką łatwo zrozumiałą dla praktyków.

Należy przyznać, że projekt francuski jednoczy w sobie wszystkie zalety projektu radzieckiego nie posiadając jego wad.

*) Jak wiadomo, istnienie ułamkowych potęg jednostek podstawowych w wymiarach jednostek pochodnych było jednym z silnych argumentów przeciwko stosowaniu bezwzględnych układów CGS w elektrotechnice.

III. MATERIAŁY DO OPRACOWANIA PROJEKTU POLSKIEGO

Przystępując do definicji (nieokreślonej jeszcze) jednostki elektrycznej, musimy przede wszystkim uświadomić sobie za pomocą jakich innych wielkości chcemy tę jednostkę zdefiniować. Cały dotychczasowy — przedstawiony wyżej zupełnie pobieżnie — rozwój pojęć w tej gałęzi wiedzy wskazuje na to, że definicja jednostki elektrycznej winna się oprzeć:

1) na własnościach wszechświatowej substancji, jaką jest próżnia;

2) na zdefiniowanych już jednostkach mechanicznych.

Ad 1. Własności próżni określone są przez jej przenikalność dielektryczną ε_0 i jej przenikalność magnetyczną μ_0. Obie te wielkości związane są symetrycznym równaniem (3) i obie posiadają równorzędne podstawowe znaczenie w teorii elektromagnetyzmu. Wynika stąd, że obie wielkości ε_0 i μ_0 mogą w równej mierze pretendować do obrania ich za podstawę nowej jednostki elektromagnetycznej.

Ad 2. Wybór wielkości mechanicznej, która ma wejść w definicję nowej jednostki, może być dokonany między następującymi najprostszymi ze strukturalnego punktu widzenia wielkościami: siłą, mocą i pracą. Jednak obie wymienione na ostatnim miejscu wielkości — moc i praca — nie nadają się ani do metrologicznego ani do teoretycznego określenia jednostek elektrycznych. We wszystkich wzorach łączących moc lub pracę z wielkościami elektrycznymi występują zawsze co najmniej dwie takie wielkości, np.

$$P = UI = RI^2;\ A = Uq = UIt, \tag{12}$$

tak że moc lub praca nadają się do określenia pewnej wielkości elektrycznej tylko wtedy, gdy jedna z wielkości wchodzących w skład wyrażenia (12) jest już znana. Natomiast ani P ani A nie nadaje się do określenia tylko jednej jedynej wielkości elektrycznej w przypadku, gdy żadna inna wielkość elektryczna nie jest jeszcze zdefiniowana.

Pozostaje zatem jako najprostsza wielkość mechaniczna, która nadaje się do użycia w definicji jednostki elektrycznej, tylko siła F. Ten wynik powyższych rozważań jest prawdopodobnie przyczyną, że w podanych wyżej w rozdziale II definicjach ampera użyta jest siła jako jednostka porównawcza.

Istnieją w teoretycznej elektrotechnice 4 równania, w których wielkość elektromagnetyczna jednego tylko rodzaju, występująca w pewnym określonym ustroju elementów przestrzennych, jest uzależniona od powstającej w tym ustroju siły. Jednym z tych równań jest równanie (7) łączące wielkości I, F i omówione wyżej. Drugie równanie przedstawia zależność pomiędzy napięciem U na okładzinach kondensatora płaskiego i wywiązującą się na skutek istnienia tego napięcia siłą na 1 m² powierzchni:

$$\frac{F}{s} = \frac{\varepsilon U^2}{2 l^2}; \tag{13}$$

l jest odległością obu okładzin kondensatora.

Pozostałe dwa równania — to prawa Coulomba w elektrostatyce i magnetostatyce:

$$F = \frac{q \cdot q}{4 \pi \varepsilon_0 r^2}; \tag{14}$$

$$F = \frac{m \cdot m}{4 \pi \mu_0 r^2}. \tag{15}$$

W równaniach powyższych symbol q oznacza punktowy ładunek elektryczny (jednostka 1 C = 1 kulomb = 1 amperosekunda); symbol m oznacza punktową masę magnetyczną (jednostka 1 Wb = 1 weber = 1 woltosekunda), przy czym, jak wiadomo, pojęcie masy magnetycznej m jest (przy określonych założeniach) równoważne z pojęciem strumienia magnetycznego Φ.

Wszystkie 4 równania (7), (13), (14) i (15) nadają się do zdefiniowania czterech jednostek 1 A, 1 V, 1 C i 1 Wb. Należy podkreślić, że powyższe 4 jednostki zajmują w zespole wszystkich jednostek elektromagnetycznych stanowisko równorzędne; fakt ten rzuca się w oczy przez wypisanie następujących symetrycznych związków:

$$\begin{cases} 1\,\mathrm{C} = 1\,\mathrm{A} \cdot \mathrm{s} & 1\,\mathrm{A} = 1\,\mathrm{C} \cdot \mathrm{Hz} \\ 1\,\mathrm{Wb} = 1\,\mathrm{s} \cdot \mathrm{V} & 1\,\mathrm{V} = 1\,\mathrm{Hz} \cdot \mathrm{Wb} \\ 1\,\mathrm{J} = 1\,\mathrm{A} \cdot \mathrm{s} \cdot \mathrm{V} & 1\,\mathrm{J} = 1\,\mathrm{C} \cdot \mathrm{Hz} \cdot \mathrm{Wb} \\ \quad 1\,\mathrm{J} = 1\,\mathrm{A} \cdot \mathrm{Wb} = 1\,\mathrm{V} \cdot \mathrm{C}, & \end{cases} \tag{16}$$

przy czym 1 Hz = 1 herc = 1/s. Z dalszych zależności

$$\begin{cases} 1\,\mathrm{A} = \quad = 1\,\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{V}} = 1\,\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{s}} = 1\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{Wb}} \\ 1\,\mathrm{V} = 1\,\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{A}} = \quad = 1\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{C}} = 1\,\frac{\mathrm{Wb}}{\mathrm{s}} \\ 1\,\mathrm{C} = 1\,\mathrm{As} = 1\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{V}} = \quad = 1\,\frac{\mathrm{J} \cdot \mathrm{s}}{\mathrm{Wb}} \\ 1\,\mathrm{Wb} = 1\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{A}} = 1\,\mathrm{Vs} = 1\,\frac{\mathrm{J} \cdot \mathrm{s}}{\mathrm{C}} \end{cases} \tag{17}$$

wnioskujemy, że jeżeli dana jest jedna z czterech jednostek elektrycznych: natężenia prądu, napięcia, ładunku elektrycznego i strumienia magnetycznego, to w najprostszy sposób dają się przy użyciu tej jednej jednostki i jednostek mechanicznych pracy, mocy i czasu określić inne jednostki elektryczne.

Celem tych wszystkich wywodów i zestawień (16) i (17) jest wykazanie, że właściwie w rodzinie jednostek wszystkie cztery wymienione jednostki 1 A, 1 V, 1 C, 1 Wb zajmują stanowiska równorzędne. Obiór jednej z tych jednostek jako jednostki podstawowej może być podyktowany pewną predylekcją, jednakże nie daje się umotywować względami teoretycznymi.

Ze względów, które staną się jasne nieco niżej, oprzemy definicję jednostki 1 amper nie na związku (7), lecz na równaniu

$$F = \frac{\mu_0 I^2 d}{2 a}, \tag{18}$$

przedstawiającym siłę F, która działa na jeden z okręgów kołowych o średnicy d, położonych symetrycznie w dwóch równoległych płaszczyznach znajdujących się w odległości a od siebie (położenie „symetryczne" obu wymienionych okręgów ma tu oznaczać, że prosta łącząca środki tych okręgów jest prostopadłą do płaszczyzn, w których są one położone).

Wprowadźmy kilka skrótów.

Oznaczmy wartość liczbową prędkości światła c w próżni (wyrażonej w m/s) przez c^*; zatem, przyjmując dla c wartość (4), oznaczmy

$$c^* = (2{,}99796 \pm 0{,}0004) \cdot 10^8 \approx 3.10^8; \tag{19}$$

oznaczmy wartość liczbową przenikalności magnetycznej μ_0 próżni (wyrażonej w H/m) przez μ^*_0; zatem, przyjmując dla μ_0 wartość (5), oznaczmy

$$\mu^*_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7}; \tag{20}$$

oznaczmy wartość liczbową przenikalności dielektrycznej ε_0 próżni (wyrażonej w F/m) przez ε^*_0; zatem przyjmując dla ε_0 zgodnie z (3) wartość

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{c^2 \mu_0} \approx 8{,}854 \cdot 10^{-12}\ \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{m}}, \tag{21}$$

oznaczmy

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{c^{*2} \mu^*_0} \approx 8{,}854 \cdot 10^{-12}; \tag{22}$$

wreszcie oznaczmy przez N^*_{A}, N^*_{V}, N^*_{C}, N^*_{Wb} inne liczby oderwane, których wartości ustalone będą później.

Zakładając dla μ_0 wartość (5), której umotywowanie nie wchodzi w ramy niniejszego artykułu, naruszamy symetrię pomiędzy μ_0 i ε_0 określoną przez równanie (3). Tym tłumaczy się brak symetrii w równaniu (21), jak również okoliczność, że w liczbę ε^*_0 wchodzi jako czynnik składowy liczba c^* wyrażająca prędkość światła. Z drugiej strony, gdyby np. przyjąć pewną określoną wartość liczby ε^*_0, to w konsekwencji w skład liczby μ^*_0 wchodziłby czynnik c^{*2}. Tej „usterki estetycznej" można by uniknąć przez zmianę założenia (5) na inne, odbiegałoby to jednak od przyjętej ogólnie praktyki.

Możemy teraz zestawić następujące cztery definicje:

A. 1 amper jest natężeniem prądu elektrycznego, który przepływa przez dwa nieskończenie cienkie przewody posiadające kształt okręgów kołowych o średnicy 1 me-

tra i położone symetrycznie w próżni w dwóch równoległych odległych o 1 metr od siebie płaszczyznach, jeżeli siła działająca na jeden z tych okręgów wynosi N^*_A niutonów.

Mamy tu

(23) $$N^*_A = \frac{\mu^*_o}{2},$$

albo

(24) $$N^*_A = 2\pi \cdot 10^{-7},$$

czyli

(25) $$N^*_A \approx 628 \cdot 10^{-9}.$$

B. 1 wolt jest napięciem elektrycznym pomiędzy dwiema nieskończenie wielkimi równoległymi płytami płaskiego kondensatora, znajdującymi się w odległości 1 metra od siebie i położonymi samotnie w próżni, jeżeli na skutek istnienia takiego niezmiennego napięcia siła przyciągania na każdy metr kwadratowy powierzchni tych płyt wynosi N^*_V niutonów.

Mamy tu

(26) $$N^*_V = \frac{\varepsilon^*_o}{2},$$

albo

(27) $$N^*_V = \frac{10^7}{8\pi c^{*2}},$$

czyli

(28) $$N^*_V \approx 4{,}43 \cdot 10^{-12}.$$

C. 1 kulomb jest ładunkiem elektrycznym jednego z dwóch jednakowo naładowanych przewodników o nieskończenie małych wymiarach, znajdujących się w odległości 1 metra od siebie i zawieszonych samotnie w próżni, jeżeli na skutek istnienia takich niezmiennych ładunków siła działająca na każdy z obu przewodników wynosi N^*_C niutonów.

Mamy tu

[29] $$N^*_C = \frac{1}{4\pi\varepsilon^*_o},$$

albo

(30) $$N^*_C = \frac{c^{*2}}{10^7},$$

czyli

(31) $$N^*_C \approx 9 \cdot 10^9.$$

D. 1 weber jest masą magnetyczną jednego z dwóch zawieszonych samotnie w próżni jednakowych prostoliniowych, równoległych, nieskończenie długich magnesów trwałych położonych w taki sposób, że odległość obu równych mas wynosi 1 metr, jeżeli siła oddziaływająca na jedną z takich niezmiennych mas wynosi N^*_{Wb} niutonów.

Mamy tu

(32) $$N^*_{Wb} = \frac{1}{4\pi\mu^*_o},$$

albo

(33) $$N^*_{Wb} = \frac{10^7}{16\pi^2},$$

czyli

(34) $$N^*_{Wb} \approx 63{,}4 \cdot 10^3.$$

(Wyrażenia (28) i (31) obliczone są przy przybliżonym założeniu $c^* = 3.10^8$).

Wszystkie cztery powyższe definicje posiadają zalety wymienione w ustępach a....e rozdz. II. Każda z czterech jednostek określonych za pomocą tych definicji może być uważana jako jednostka podstawowa.

W związku z tym powstaje propozycja oparcia nowego układu jednostek na 3 jednostkach mechanicznych jak w układzie (MKS) przy dodaniu jednej z czterech wymienionych jednostek elektromagnetycznych. Najwłaściwszym symbolem tego nowego układu byłby chyba symbol (MKS4). Liczba 4 umieszczona w nawiasie oznacza tu zarówno czwartą jednostkę elektryczną, którą należy dodać do trzech jednostek mechanicznych, jak i tę okoliczność, że wybór czwartej jednostki może być dokonany dowolnie z czterech jednostek 1 A, 1 V, 1 C, 1 Wb.

Okoliczność, że w podanych wyżej definicjach opieramy się na fikcyjnych lub niemożliwych do zrealizowania pojęciach (punktowe ładunki, punktowe masy magnetyczne, nieskończenie cienkie przewody, nieskończenie wielkie płyty) nie ma tu znaczenia, jak już wyjaśniliśmy wyżej w rozdz. II, omawiając definicje 1 ampera podane w projektach radzieckim i francuskim. Nie ma również znaczenia — zdaniem autora — fakt, że w niektóre wyrażenia zawarte w definicjach A...D wchodzi liczba c^{*2}, tzn. liczba uzależniona od dokładności pomiarów prędkości światła. Fakt ten porównać można z tym, że wszystkie nowoczesne definicje jednostki „1 amper", a zatem zarówno definicje projektu radzieckiego, projektu francuskiego, jak i podana wyżej definicja A, opierają się na własnościach bezwzględnej próżni, tzn. ośrodka idealnego nie dającego się żadnym sposobem fizycznie urzeczywistnić. Gdyby zatem chcieć uważać podane wyżej definicje A...D jako wytyczne do ustalenia wartości definiowanych jednostek, to we wszystkich czterech przypadkach otrzymalibyśmy dla tych jednostek wartości przybliżone i na sprawę powyższą nie ma wpływu okoliczność, jaką stałą wartość (por. wyrażenie (5)) nadajemy na zasadzie konwencji przenikalności magnetycznej próżni.

Niesymetria wyrażenia (27) w stosunku do (24) i wyrażenia (30) w stosunku do (33) uwarunkowana jest niesymetrią (jednostronnością) założenia (5), o której wspominaliśmy już wyżej. W wyrażeniach (23), (26), (29) i (32) tej niesymetrii nie ma.

Wszystkie wyrażenia (25), (34), (28) i (31) są wyrażeniami przybliżonymi. Naturalnie, stopień przybliżenia pierwszych dwóch z tych wartości jest uzależniony od naszej woli, podczas gdy stopień przybliżenia wartości (28) i (31) zależy od doskonałości pomiarów, jednak różnica ta nie jest istotna. Nie można np. przewidzieć, czy nie zostanie w przyszłości opracowana jakaś nowa metoda, która pozwoli na zasadzie teoretycznych przesłanek obliczać prędkość światła z dowolną dokładnością. Sprawa dokładności liczby c^{*2}, którą wstawiamy do wyrażeń (27) i (30), byłaby ważna dopiero wtedy, gdybyśmy chcieli za pomocą definicji B lub C metrologicznie ustalić wielkość 1 wolta lub 1 kulomba. Jednakże taki lub inny sposób wykorzystania tych definicji nie jest miarodajny dla ich teoretycznej oceny.

Jak już zaznaczyliśmy, definicje A...D posiadają charakter teoretyczny i służą do ustalenia wielkości definiowanych jednostek w stosunku do innych jednostek świata fizycznego. Sprawa, która z tych definicji najlepiej się nadaje do metrologicznego ustalenia pewnej jednostki, jest sprawą praktyczną, mogącą zmieniać się w zależności od rozwoju metod pomiarowych (w obecnej chwili wydaje się, że do tego praktycznego celu najlepiej nadaje się definicja A). Nie zmienia to jednak w niczym zasadniczego stwierdzenia, że wszystkie cztery jednostki 1 A, 1 V, 1 C i 1 Wb i wszystkie cztery definicje A, B, C, D należy uznać za równoważne.

LITERATURA

Fischer. Einführung in die klassische Elektrodynamik. Berlin, 1936.

Landolt. Grösse, Masszahl und Einheit. Zürich, 1943.

Wallot J. Dimensionen, Einheiten, Mass-Systeme. Handbuch der Physik. J. Springer, 1926.

Kałantarow P. L. Jedinicy izmierienja elektriczeskich i magnitnych wieliczyn. Leningrad, 1948.

Malikow M. F. O wwiedienji w SSSR absolutnych elektriczeskich i magnitnych jedinic. Elektriczestwo, 1948, Nr 1.

Kałantarow P. L. O systiemach jedinic izmierienja elektriczeskich i magnitnych wieliczyn. Elektriczestwo, 1948, Nr 1.

Dyskusja nad dwu poprzednimi referatami. Elektriczestwo, 1949, str. 59, Nr 1.

Konorski B. Układy jednostek elektrycznych i magnetycznych w ich historycznym rozwoju. Łódź, 1948.

Konorski B. Stan obecny zagadnienia jednostek elektromagnetycznych. Przegl. Elektr., 1946, z. 3, str. 88.

König, Krondl. Zur Einführung des Georgi-Systems. Bull. des Schweiz. Elektr. Ver., 1949/15.

PROF. DR INŻ. A. JELLONEK

Granice pomiaru

Treść. Trudności w dokonywaniu pomiarów powstają głównie wskutek braku odpowiednich wzorców, wskutek nieokreśloności lub niestałości wielkości mierzonej oraz wskutek niemożności zachowania żądanej dokładności przy pomiarze. Można przypuszczać, że obranie zjawisk wewnątrz-atomowych za prawzorce doprowadzi do ostatecznego i ogólnego układu zarówno wielkości podstawowych, jak i jednostek.

Предел измерения. Затруднения в производстве измерений возникают главным образом вследствие отсутствия надлежащих эталонов, вследствие неопределенности либо непостоянства измеряемой величины, а также вследствие невозможности достигнуть требуемой точности измерения. Можно предполагать, что выбор внутриатомных явлений в качестве первичных эталонов приведет к окончательной и общей системе основных величин и единиц.

Limits of measuring. Difficulties in the carrying out of measurings arise mainly from the lack of suitable standards, from the indefinition or inconstancy of the quantity measured, as well as from the inability to attain the requisite accuracy in measuring. It can be assumed that the selection of intra-atomic phenomena as primary standard will lead to a final and general system of both basic quantities and units.

1. Ustalenie pojęć: jednostka, wzorzec, wielkość mierzona. W każdej dziedzinie przyrodoznawstwa występują zasadniczo trzy grupy zagadnień: teoretyczne, doświadczalne i zastosowania. Dwie pierwsze stanowią treść prac badawczych, natomiast zastosowaniami wyników badań zajmuje się technika.

Przeważająca część wszystkich zagadnień badawczych oraz znaczny odsetek prac technicznych stanowią pomiary, warto więc zastanowić się, jakie możliwości poznania daje pomiar oraz jakie są granice jego stosowalności.

Zmierzyć znaczy porównać wielkość badaną z jednostką umowną, tj. ściśle określoną porcją wielkości o takim samym charakterze jak rozpatrywana. Wynik pomiaru możemy traktować jako iloczyn złożony z liczby podającej wartość i z wymiaru, określającego charakter wielkości mierzonej oraz użyty układ jednostek. Czasem, jeżeli wymiar jest na tyle skomplikowany, że szybkie określenie charakteru wielkości sprawia nam trudności, zaopatrujemy wynik w cechę, tj. umowny, jednoliterowy, ujęty nawiasem symbol, oznaczający sens fizyczny wielkości. Tak np. długość wymierzamy np. w „m", a więc również w długości, a wynik „10m" składa się z iloczynu liczby stosunkowej „10" i wymiaru „m".

Dokonanie pomiaru jest możliwe przy spełnieniu następujących warunków:

1) wielkość badana musi być ściśle zdefiniowana i stała podczas pomiaru i w warunkach jego dokonywania;
2) jednostka musi być zdefiniowana, niezmienna, odtwarzalna i pozwalająca na wykonanie porównania;
3) porównanie powinno dać się przeprowadzić i to z żądaną, względnie ze znaną dokładnością;
4) musimy posiadać odpowiednie środki na dokonanie pomiaru: musimy rozporządzać odpowiednimi przyrządami i wykwalifikowanymi obserwatorami.

Granice pomiaru wynikają zazwyczaj z niemożności spełnienia jednego z powyższych postulatów. Granice te mogą być bądź chwilowe — przesuwane w miarę postępu techniki pomiarowej czy też uzyskania odpowiednich środków, bądź też ostateczne, jeżeli wynikają z założeń naszego systemu logiki względnie budowy biologicznej obserwatora.

Ograniczenia wynikające z punktu 4 są oczywiste i omawianie ich jest niepotrzebne. Granice spowodowane istnieniem tego rodzaju trudności są zawsze chwilowe, wcześniej czy później możliwe do usunięcia. Gorzej przedstawia się sprawa pozostałych postulatów.

Jednostka, przy pomocy której chcielibyśmy określić wartość wielkości mierzonej, powinna być ściśle zdefiniowana, odtwarzalna i niezależna od miejsca i czasu wykonywania pomiaru. Takie warunki narzuca jej sama istota miernictwa. Z tego powodu układy jednostek staramy się oprzeć na możliwie powszechnych zjawiskach przyrody, odtwarzalnych zawsze w ten sam sposób, w dowolnej części kuli ziemskiej. Zjawisko takie stanowi prawzorzec dla mierzonej wielkości.

Porównywanie bezpośrednio z prawzorcem, względnie z jednostką zdefiniowaną takim zjawiskiem, jest na ogół trudne i uciążliwe, a czasami w ogóle niemożliwe (jeżeli np. nasze zmysły nie reagują bezpośrednio na wielkość mierzoną). W tych wypadkach budujemy wzorce sztuczne, reprezentujące określoną wielokrotność danej jednostki. Tak np. chcąc zmierzyć napięcie nie uciekamy się za każdym razem do definicji ampera, oma i do prawa Ohma, ale porównujemy nieznane napięcie z s. elm. wzorcowego ogniwa Westona. Wzorce nie muszą już mieć tego samego charakteru co wielkość mierzona: często umyślnie budujemy je tak, by reagowały na wielkość mierzoną i zamieniały ją na inną, łatwiej czy dokładniej dostępną naszym zmysłom. Tak postępujemy np. w wypadku elektrycznych przyrządów wskazówkowych, zamieniających napięcie, prąd itp. na zmiany długości zaznaczane ruchem wskazówki wzdłuż skali.

Wzorce sztuczne możemy przyjąć czasowo zamiast prawzorców, jeżeli tylko ich tolerancje są lepsze niż możność porównania z obowiązującą jednostką; tak było do 1. I. 1948 r. z układem międzynarodowych jednostek elektrycznych, opartym na rtęciowym wzorcu oporu (om) oraz woltametrowym prądu (amper). Podobnie jest obecnie z częstotliwością opartą na wzorcach piezoelektrycznych. Zastępstwo to jest jednak czasowe: zwiększenie możliwej dokładności pomiaru prowadzi po pewnym czasie do powrotu do definicyjnej jednostki, względnie naturalnego prawzorca. Taki był właśnie powód zmiany układu międzynarodowych jednostek elektrycznych na układ elektromagnetyczny cgs praktyczny, począwszy od 1. I. 1948 r. (tabl. I).

Tablica I. Jednostki elektryczne używane w miernictwie

Jednostka	Międzynarod.	Elektromagn. prakt.	Zmiana wzgl. dotychczas. cech %
amper	1	0,999505	+ 0,0495
wolt	1	1,000495	— 0,0495
wat	1	1,0003	—
om	1	1,000495	— 0,0495
henr	1	1,000495	— 0,0495
farad	1	0,999505	+ 0,0495

Urządzenie nie będące wprawdzie prawzorcem, ale cechowane przez bezpośrednie z nim porównanie, nazywamy wzorcem pierwotnym. Następne urządzenia, cechowane już tylko przez porównanie z wzorcami pierwotnymi, stanowią wzorce wtórne, użytkowe itd.

Im dłuższy łańcuch porównań, względnie zamian jednego zjawiska na inne, dzieli ostatecznie używany wzorzec od prawzorca, tym na ogół dokładność maleje; rośnie natomiast łatwość i szybkość dokonywania porównania.

Ze względu na postulat dotyczący jednostki pomiar osiąga granicę tymczasową, jeżeli dokładność porównania jest nie gorsza od stałości wzorca sztucznego. Granica taka staje się ostateczną, jeżeli dla danej wielkości istnieje poprawnie wyszukany prawzorzec.

Jako przykład posłużyć może historia określenia jednostki czasu. Odstępy czasu określano początkowo ze zjawisk przebiegających w sposób nieperiodyczny, jak np. przesypywanie piasku w klepsydrze itp. Bardzo szybko jednak zwrócono się do zjawisk periodycznych; jako wzorzec przyjęto okres obrotu ziemi naokoło osi — zjawisko jednakowo dostępne dla wszystkich, a według ówczesnej opinii stałe w czasie i niezależne od warunków zewnętrznych. W miarę postępu nauki stwierdzono nieregularności, występujące zarówno w czasie jednego obrotu, jak w okresach rocznych, wielorocznych itd.

Wobec tego jako jednostkę przyjęto czas średniego obrotu dobowego, a pozostałe zmiany korygowano odpowiednim „wyrównaniem". Dla wygody porównywania czasu budowano wzorce wtórne — zegary wahadłowe, chronometry itp.

Wtórny wzorzec częstotliwości — a więc i czasu — oparty na zjawisku sterowania drgań układów lamp elek-

tronowych przy pomocy piezokwarcu, widełek stroikowych czy magnetostrykcji, wytworzyła radiotechnika do własnych celów.

W miarę udoskonalania stałości pracy wzorców radiotechnicznych okazało się, że różnice częstotliwości pomiędzy poszczególnymi egzemplarzami są mniejsze niż przy porównywaniu każdego z nich z czasem astronomicznym. Ponieważ prawdopodobieństwo jednakowych zmian częstotliwości różnych wzorców sztucznych jest znikome, zatem należało przyjąć, że obrót ziemi wykazuje dodatkowe nierównomierności, nieujęte w dotychczas stosowanych poprawkach, oraz że piezoelektryczny — sztuczny! — wzorzec czasu jest dokładniejszy od naturalnego tj. obrotu ziemi (tabl. II).

Tablica II. Dokładność chodu poszczególnych mierników czasu

Rodzaj miernika	Nierównomierność chodu		
	dobowa (sek.)	miesięczna (sek.)	względna
Zegar wahadłowy (pierwotny wzorzec astronom.)	± 0,001	± 0,02	$\pm 10^{-7}$
Chronometr (wzorzec wtórny)	± 0,2	—	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$
Zegar kwarcowy (pierwotny wzorzec radiotechniczny)	± 0,0003	± 0,002	$\pm 10^{-8} \div 10^{-9}$
Zegar atomowy (pierwotny wzorzec atomowy)	*)	*)	$\pm 10^{-8} \div 10^{-10}$

*) Dokładność porównania na razie $\pm 1 \cdot 10^{-6}$.

2. Granice określoności jednostek, wzorców, wielkości mierzonych.

Jak zaznaczyliśmy, znalezienie prawzorców wytycza granice pomiaru dla poszczególnych wielkości. Ustalenie ogólnych kryteriów istnienia prawzorców wiąże się już z drugim zasadniczym postulatem wykonalności pomiaru: z możliwością jednoznacznego zdefiniowania wielkości mierzonej.

Każda prawie wielkość, którą chcemy mierzyć, zdefiniowana jest tylko dla pewnych warunków; zmiana tych warunków powoduje również zmiany wartości wielkości mierzonej, a więc konieczność wykonania nowego pomiaru.

Dla wykonania poprawnego pomiaru musimy ustalić czynniki (jak temperatura, ciśnienie, wilgotność itp.), wpływające tak na wielkość badaną, jak i na zachowanie się wzorca, przynajmniej na tyle, by wahania zachodzące w czasie trwania pomiaru były mniejsze, niż to odpowiada żądanej dokładności. W przeciwnym wypadku zmiany warunków otoczenia ustalają granicę możliwości pomiarowych. Tak np. w pomiarze częstotliwości wzorzec piezoelektryczny umieszczamy w termostacie o temperaturze ustalonej z dokładnością ± 0,1 do 0,001°C; również aparatura, której częstotliwość mierzymy, znajduje się w termostacie odwzorowującym warunki przyszłej pracy urządzenia i zachowującym je w formie niezmienionej przez czas potrzebny do wykonania pomiaru. Niemożność utrzymania temperatury z żądaną dokładnością ogranicza równocześnie dokładność pomiaru częstotliwości.

Zmiana warunków pomiaru może prowadzić nie tylko do zmiany wartości, ale i do zupełnej nieokreśloności wielkości mierzonej. Taki wypadek zachodzi np. w pomiarze oporu wykonywanym przy bardzo dużej częstotliwości. Przyjmowane w miernictwie małej częstotliwości określenie oporu według zachowania się spadku napięcia, czy też ilości wydzielonego ciepła, nie wystarcza już w tym wypadku ze względu na wydatną część energii odprowadzanej drogą promieniowania. Musimy zastąpić dawne pojęcie oporu, zamieniającego energię elektryczną na ciepło, nowym określeniem oporu tłumiącego o energii elektrycznej zamieniającej się w jakąkolwiek inną formę, byle w sposób bezzwrotny.

Takie kresy możliwości wykonania pomiaru, wynikające z nieobowiązywania definicji, spotykamy prawie zawsze, jeżeli pomiar chcemy wykonać w skrajnych warunkach, jak bardzo duża częstotliwość, bardzo wysoka temperatura, bardzo małe wartości itp.

Zjawisko nieokreśloności wielkości mierzonej występuje najjaskrawiej w pomiarach wartości bardzo małych.

Wszystkie prawie pomiary sprowadzić się dadzą do porównywań przeprowadzanych w obrębie materii, ładunków elektrycznych, względnie energii promienistej. Własności mierzalne tych zjawisk uważamy jednak za statystyczny wynik działania wielu niepodzielnych w normalnych warunkach czynników: atomów dla materii, elektronów dla elektryczności, kwantów czy fotonów dla promieniowania. Pomiar przebiega zatem w sposób określony tylko w granicach, w których prowdopodobieństwo przebiegu zjawiska w sposób określony jest duże, tj. jeżeli bierze w nim udział tak dużo elementarnych cząstek, by obowiązywały prawa statystyczne.

Przykładem może być prąd elektryczny. Zmierzenie określonej wartości natężenia prądu zmiennego ma sens tylko wtedy, jeżeli w każdym jego okresie przepływa dostatecznie duża liczba elektronów dla upozorowania ciągłości przebiegu. Prąd elektryczny o gęstości 1 A/cm^2 oznacza przepływ $0{,}62 \cdot 10^{19}$ elektronów w czasie jednej sekundy przez 1 cm^2. W wypadku prądu o częstotliwości dużej, np. 10 Gc/s, przy wymaganiu przepływu przynajmniej 1000 elektronów w czasie jednego okresu, najmniejsza gęstość prądu o określonym kształcie przebiegu wynosi $1{,}6 \cdot 10^{-7}$ A/cm^2.

Z prądem o natężeniu tego rzędu spotykamy się często w lampach elektronowych pracujących w odbiornikach, wzmacniaczach i urządzeniach pomiarowych. Chcąc przejść do wartości mniejszych natrafiamy na przypadkową pulsację prądu, niewiele mającą wspólnego z kształtem właściwego obserwowanego przebiegu.

Ziarnistość materii nie sprawia na razie bezpośrednich trudności pomiarowych. Nawet w wypadku ważenia jesteśmy dostatecznie daleko od masy poszczególnych drobin (tabl. III).

Tablica III. Granice mierzenia masy

Granica ważenia:	$\pm 1 \cdot 10^{-5}$ (g)
Masa dowolnej cząsteczki:	$1{,}65 \cdot 10^{-24} \times$ cięż. cząst. (g)
Masa ciężkich cząstek:	$\sim 10^{-21} \div 10^{-22}$ (g)

Natomiast pośrednio poszczególne cząstki materii sprawiają już kłopot swymi ruchami cieplnymi. Granica spowodowana takim brakiem równowagi termodynamicznej spotykana jest w wielu pomiarach. Jedną z najlepiej ją ilustrujących jest niestałość „zera" galwanometru lusterkowego występująca pod wpływem ruchów Browna.

Lusterko galwanometru o momencie bezwładności K wymaga do skręcenia o kąt φ sprężystej nici, na której jest zawieszone, energii $\frac{1}{2} K\varphi^2$. Podobne, ale nieuporządkowane skręcania mogą wywołać również ruchy Browna pojedyńczych cząstek, reprezentujące zmiany energii o $\frac{1}{2}\, k\, T$, przy czym k jest stałą Boltzmanna, a T temperaturą bezwzględną.

Do galwanometru doprowadzamy energię elektryczną $\frac{U^2}{R} \cdot t$, gdzie U oznacza napięcie, R — opór, t — czas działania napięcia. Wskutek strat na prądy wirowe przy ruchu cewki, na tarcie o powietrze itp. tylko część tej energii elektrycznej równa $\eta \frac{U^2 t}{R}$ (gdzie $\eta < 1$) powoduje ruch lusterka. Jeżeli ponadto chcemy, aby energia potencjonalna zamagazynowana w skręconym przez działanie prądu włóknie była a razy większa od wahań termodynamicznych, wówczas

$$\eta \cdot \frac{U^2 t}{R} = a \cdot \frac{1}{2} \cdot k \cdot T.$$

Przyjmując sprawność galwanometru przy krytycznym tłumieniu $\eta \cong 0{,}16$, dalej $\frac{1}{2}\, k \cdot T \cong 2 \cdot 10^{-14}$ ergów $= 2 \cdot 10^{-21}$ watosekund (dla temperatury pokojowej), otrzymujemy (tabl. IV):

$$\frac{U^2 t}{R} = 1{,}25 \cdot a \cdot 10^{-20}.$$

U oznacza tu mniejszą s. elm., jaką możemy zmierzyć z określonym prawdopodobieństwem nieprzekraczania przez ruchy termodynamiczne wychyleń, wywołanych przez przepływ energii elektrycznej w galwanometrze o oporze R i tłumieniu krytycznym. Porównanie wartości obliczonej

według powyższego wzoru z danymi rzeczywistymi galwanometru podaje tabl. V.

Promieniowanie składa się z kwantów, ale dla widma widzialnego, podczerwonego i przede wszystkim dla radiotechniki kwanty są tak niewielkie, że w pomiarach prawie

T a b l i c a IV. Działania ruchów brownowskich

1.	Energia potencjalna włókna skręconego $\frac{1}{2} K\varphi^2$
2.	Średnia energia ruchu cząstki przy temp. bezwzgl. T: $\frac{1}{2} kT$ (stała Boltzmanna $k = 1{,}38047 \pm 0{,}00026 \cdot 10^{-16}$ erg./°K
3.	Energia dostarczana do zawieszania przez przebieg elektryczny $\eta \frac{U^2}{R} t$, gdzie U — napięcie, R — opór, t czas, η — sprawność przebiegu
4.	$\eta \frac{U^2}{R} t = a \frac{1}{2} kT$, gdzie a współcz. bezpieczeństwa

nigdy nie schodzimy do rozróżniania ich; dla światła żółtego $\lambda = 6000$ Å $f = 5 \cdot 10^{14}$ c/s, $h \cdot v = 3{,}275 \cdot 10^{-12}$ ergów. Natomiast dla promieni o bardzo krótkiej fali, np. kosmicznych, spotykamy się już w pomiarze z pojedynczym kwantem; na szczęście nie ma tam znów zjawisk globalnych, których charakter byłby wyznaczony statystycznie seriami kwantów.

Zjawisko nieokreśloności wielkości mierzonej występuje najjaskrawiej, jeżeli chcemy wykonać pomiary własności poszczególnych atomów czy drobin, względnie procesów

T a b l i c a V. Wpływ ruchów brownowskich na położenie „0" galwanometru

a	1	4	16	10 000
$U_{min \cdot licz.}$ (V)	$3{,}5 \cdot 10^{-9}$	$7 \cdot 10^{-9}$	$14 \cdot 10^{-9}$	$3{,}5 \cdot 10^{-7}$
$U_{rzecz.}$*) (V)	—	—	—	$(4{,}1 \div 1{,}26) \cdot 10^{-6}$
$I_{min \cdot licz.}$ (A)	$0{,}9 \cdot 10^{-12}$	$1{,}8 \cdot 10^{-12}$	$3{,}6 \cdot 10^{-12}$	$0{,}9 \cdot 10^{-10}$
$I_{rzecz.}$*) (A)	—	—	—	$(1{,}0 \div 3{,}6) \cdot 10^{-9}$
P	0,317	0,045	0,00006	—

*) Dla galwanometru H & B 4000 Ω, t = 4 sek.; η = 0,16.
**) Prawdopodobieństwo uruchomienia lusterka przez cząstkę pozostającą w ruchu cieplnym.

wewnątrz-atomowych. W fizyce klasycznej, na której przesłankach zbudowane są zasady miernictwa, uważa się zagadnienie za rozwiązane, jeżeli możemy stwierdzić istnienie objektywne badanego zjawiska w czasie i przestrzeni i podporządkować je odpowiednim prawom. Stwierdzenie doświadczalne stanu w jednych warunkach pozwala — na podstawie powyższych praw — przewidzieć z dowolną dokładnością stan zjawiska w warunkach innych. Obojętny jest tutaj sposób doświadczalny, w jaki istnienie zjawiska zostało stwierdzone, byle był on poprawny. Wynik następnego pomiaru kontrolnego musi odtworzyć wiernie nową chwilową wartość. Taki sposób podejścia obowiązuje, jeżeli pomiar i użyty do jego wykonania przyrząd nie zmieniają przebiegu zjawiska. Niestety jednak oddziaływanie nawet pojedynczego elektronu użytego jako miernik jest tego samego rzędu, co zjawiska zachodzące pomiędzy pojedynczymi atomami lub w ich wnętrzu. Dla zjawisk tego rodzaju nie jesteśmy więc w stanie określić dokładnie i równocześnie wszystkich parametrów wymaganych przez fizykę klasyczną, jak miejsce, czas i energia. Matematycznie stan ten ujmuje zasada nieoznaczoności, według której iloczyn niepewności pędu (Δp) i położenia (Δq) musi być większy lub równy wartości uwarunkowanej stałą Plancka (h):

$$\Delta p \; \Delta q \geq \frac{h}{4\pi} = \text{const.}$$

Im dokładniej określimy jeden z czynników, np. miejsce, tym niedokładniej musi wypaść pomiar drugiego (pędu). Wzór powyższy oznacza dalej, że w obrębie zjawisk wewnątrz-atomowych określenie doświadczalne stanu zjawiska w jednych warunkach mówi jedynie o prawdopodobieństwie określonego wystąpienia tego zjawiska w warunkach innych, a więc i wynik pomiaru w tych nowych warunkach nie może być pewny, bo dla zjawiska, co do którego istnieje tylko p r a w d o p o d o b i e ń s t w o przebiegania w pewien sposób, pomiar nie może stwierdzić n a p e w n o występowania takiego czy innego stanu.

Granicę pomiaru, określoną zasadą nieoznaczoności, możemy uważać za ostateczną.

Możemy zatem przypuszczać, że i wzorce oparte na uzewnętrzniających się zjawiskach wewnątrz-atomowych wytyczają ostateczny kres możliwości pomiarowych, a więc mogą być uważane za typowe prawzorce.

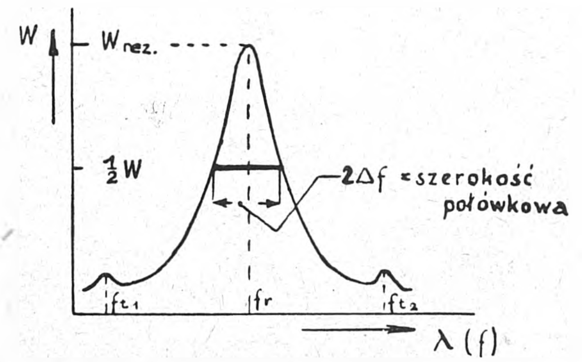
Zjawiska takie mają również inną własność predystynującą je na wzorce: są one prawie całkowicie nieczułe na wpływy zewnętrzne oraz występują wielokrotnie w każdej jednostce. Z tego powodu stałość ich jest bardzo dobra; ewentualne drobne nierównomierności w przebiegu jednego okresu wyrównują się automatycznie w długim łańcuchu, który jako całość tworzy jednostkę prawzorcową.

Jedyną wadą prawzorców atomowych jest ich nie zawsze łatwa porównywalność z wielkością mierzoną.

Zastosowanie atomu jako źródła prawzorców oprzeć musimy na tych zjawiskach wewnętrznych, które dostępne są nazewnątrz jego sfery działania i przebiegają analogicznie dla wszystkich atomów jednego rodzaju. W tym wypadku możemy zastosować przyrządy porównawcze nie zmniejszające dokładności wzorca.

Najczęściej stosujemy w tym celu promieniowanie elektromagnetyczne wydzielane w sposób wybiorczy przez atom, względnie absorbowane w podobny sposób w zbiorowisku atomów czy cząstek. Częstotliwość tych drgań może służyć jako prawzorzec czasu; długość fali w powietrzu — jako prawzorzec długości.

W obu wypadkach dla przeprowadzenia pomiaru posługujemy się metodami interferencyjnymi, a więc widmami emisyjnymi lub absorbcyjnymi. Promieniowanie czy pochłanianie atomu nie odbywa się jednak na jednej długości fali. Źródłem tych zjawisk są elektrony drgające wokół prawie nieruchomego, bo obarczonego dużą stosunkowo masą jądra. Emitowanie czy absorbowanie energii z układu drgającego jest równoważne z istnieniem drgań gasnących; dlatego i w wysyłanym promieniowaniu znajdujemy całe widmo różnych częstotliwości o energii (W) rozłożonej wzdłuż typowej krzywej rezonansu (rys. 1). Drgania o takim rozkładzie są tym korzystniejsze jako wzorzec, im lepiej wyróżnia się częstotliwość podstawowa od pozostałych. To wybiorcze działanie



Rys. 1. Rozkład energetyczny prążka
f_{t1}, f_{t2} — prążki towarzyszące

układu charakteryzujemy szerokością krzywej rezonansu dla $\frac{1}{2}$ wartości odpowiadającej szczytowi (2. Δ f).

Dzięki zjawisku zanikania drgań prążek interferencyjny ma pewną szerokość, nawet w wypadku odosobnionego, fikcyjnego atomu (szerokość naturalna prążka), a wartości wzorcowej odpowiada jego bliżej nieznany środek.

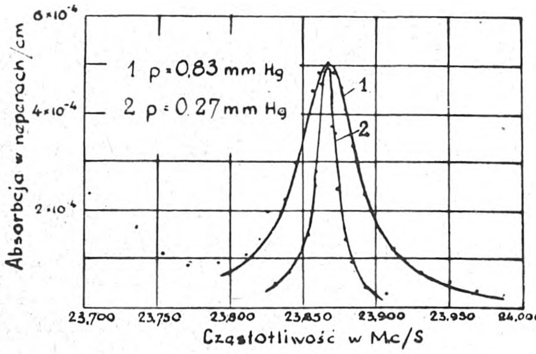
W rzeczywistości atom odosobniony nie istnieje. W zbiorowiskach atomów występują dodatkowe zjawiska, zmieniające energię układu drgającego, a więc powodujące dalsze rozszerzenie krzywej rezonansu i prążków. Należą tutaj:

1) zderzenie atomów między sobą i otoczeniem, np. ścianami zawierającego je naczynia,
2) ruch cieplny cząstek (zjawisko Dopplera),
3) wpływ pola elektrycznego,
4) wpływ pola magnetycznego,
5) zjawisko nasycenia energią pochłanianą,
6) zjawisko tunelowe.

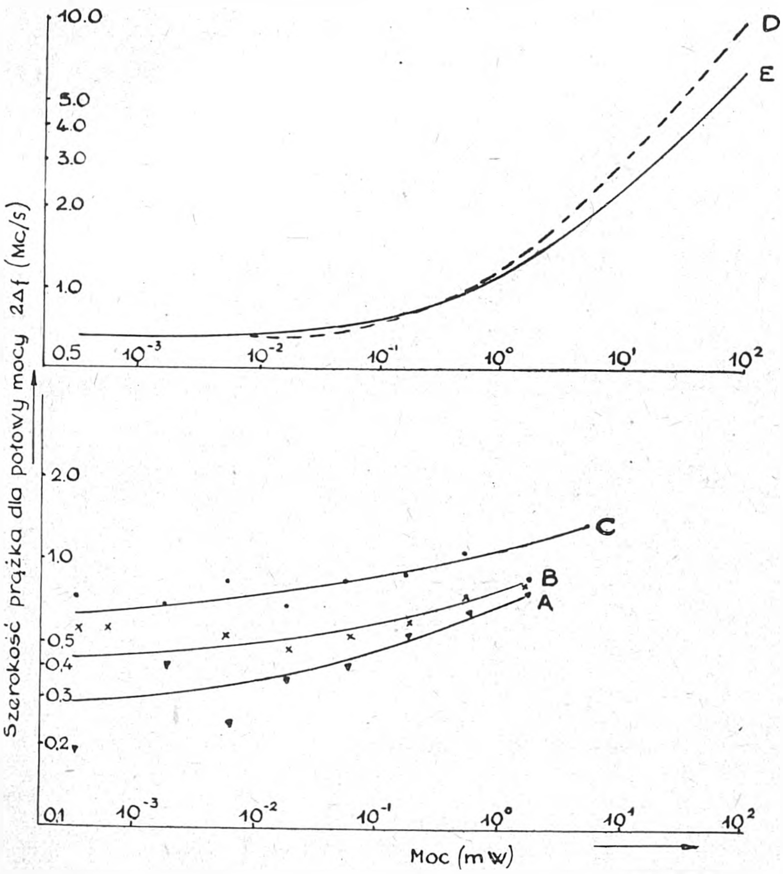
Poza tym prócz właściwego prążka mogą istnieć prążki towarzyszące, powodujące występowanie struktury subtelnej lub nadsubtelnej, możliwe do oddzielenia od prążka właściwego tylko przy użyciu specjalnych środków, a wywołane istnieniem izotopów w ciele promieniującym, sprzężonymi drganiami jądra itp.

Niektóre z powyższych wpływów możemy wydatnie zmniejszyć lub usunąć przez zastosowanie przy pomiarze odpowiednich środków ostrożności.

Tak np. wpływ zderzeń zmniejszamy stosując (rys. 2) niewielkie ciśnienie (stosowane są nawet ciśnienia $10^{-4} \div 10^{-5}$ mm Hg; do pobudzenia w tych warunkach używane jest napięcie dużej częstotliwości — rzędu 100 Mc/s);



Rys. 2. Prążek absorbcyjny NH_3 (3,3) [5]



Rys. 3. Szerokość prążka dla $N^{15}H_3$ (3,3) jako funkcja mocy pochłanianej [10]

A, *B*, *C* — krzywe doświadczalne
D, *E* — krzywe teoretyczne

wpływ pól elektrycznych i magnetycznych usuwamy praktycznie zastosowaniem odpowiednich ekranów. Aby uniknąć nasycenia, stosujemy moce absorbowane ok. kilku miliwatów lub drobne ułamki miliwata (rys. 3 i 4). Wpływ zjawiska Dopplera ujawnia się zwiększeniem pasma częstotliwości w połowie krzywej rezonansu

$$\frac{f}{\Delta f} = \left(\frac{M}{T}\right)^{1/2} \cdot \frac{1}{\lambda}.$$

Możemy go zatem wydatnie zmniejszyć dobierając cząstki o dużej masie (M), obniżając temperaturę (T) oraz operując promieniowaniem o małej długości fali (λ).

W końcu istnienia struktury nadsubtelnej unikamy stosując odpowiedni skład atomów wysyłających promieniowanie.

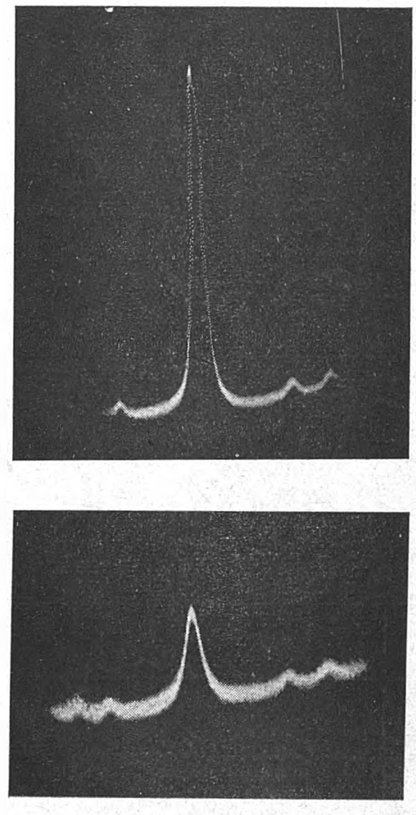
Przebieg postępowania w tego rodzaju pomiarach i środki stosowane dla osiągnięcia najlepszych rezultatów zilustrować można na przykładzie wzorców atomowych: długości i częstotliwości.

D ł u g o ś ć. Jako prawzorzec przyjęto średnią długość fali czerwonego prążka kadmu Cd 6438 Å [$^1P_1$ — $^1D_1$]. Z siedmiokrotnie powtarzanych interferencyjnych porównań tej długości fali z międzynarodowym wzorcem platynowym ustalono (tabl. VI):

$$1\ \text{m} = 1553164{,}13\ \lambda; \quad \lambda = 0{,}64384696\ \mu \pm 1 \cdot 10^{-7}.$$

Czerwony prążek kadmu, jakkolwiek starannie dobrany spośród innych źródeł, nie jest jednak idealnym wzorcem. Powodem tego jest jego słabe działanie optyczne oraz struktura nadsubtelna zwiększająca grubość prążka.

Pod tymi względami znacznie korzystniejszy jest zielony prążek rtęci [$^3P_2$ — $^3S_2$] odpowiadający λ = 5461 Å. Ze względu na duży ciężar atomowy (198)oraz niską temperaturę emisji (40°C) i krótką falę wpływ zjawiska Dopplera jest mniejszy niż w poprzednim wypadku; kolor zielony, zbliżony do obszaru największej czułości oka, pomaga w przeprowadzaniu pomiarów. Zalety te były jednak przez długi czas równoważone istnieniem bogatej struktury subtelnej, spowodowanej niemożnością rozdzielenia siedmiu izotopów rtęci. Dopiero sztuczne wytworzenie rtęci ze złota



Rys. 4. Ilustracja wpływu nasycenia mocy doprowadzonej) dla NH_3 (linia 3,3) [10]

f_0 = 23 870 Mc/s; połówkowa szerokość przy małej mocy $2\Delta f_0 \cong 300$ kc/s

Moc doprowadzona:
a) 1,5 . 10⁻⁶ W; b) 150 . 10⁻⁶ W

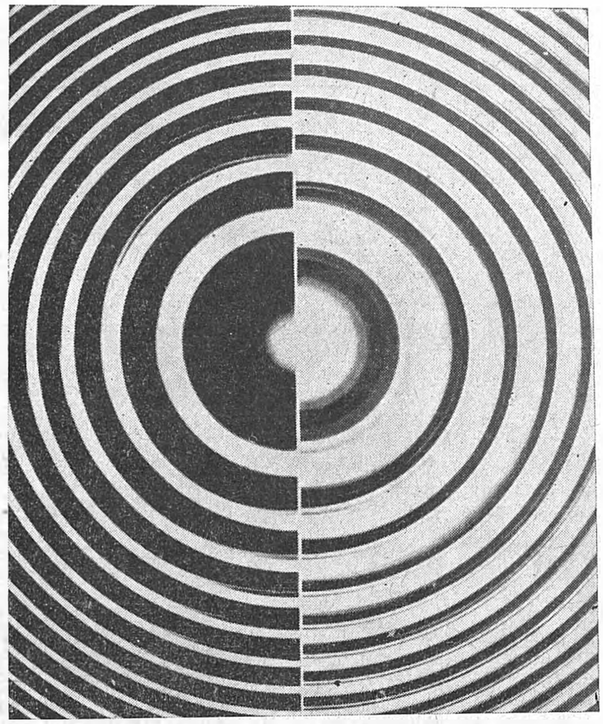
bombardowanego szybkimi neutronami pozwoliło wydzielić czysty izotop Hg 198. Otrzymane z jego promieniowania interferencyjne prążki odznaczają się dużą ostrością (rys. 5).

Jeżeli za miarę ostrości prążka przyjmiemy najwyższy rząd możliwej do otrzymania interferencji (N), to dla

czerwonego prążka kadmu, względnie zielonego rtęci, otrzymujemy kolejno:

$$N_{Cd} = 530\,000,$$
$$N_{Hg} = 965\,000.$$

Zaznaczyć jeszcze należy, że długość fali jest zależna od prędkości rozchodzenia się; na atomowy wzorzec długości

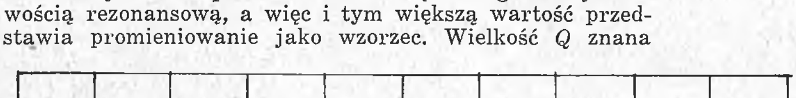


a b

Rys. 5. Pierścienie interferencyjne (P. I. R. E., 36, 1948)
a) Czysta rtęć normalna
b) Rtęć Hg^{198} otrzymana z rozbicia złota neutronami

wpływają zatem warunki na trasie rozchodzenia się. W wypadku przebiegania promieniowania w powietrzu największy wpływ ma wilgotność.

C z ę s t o t l i w o ś ć. Promieniowanie elektromagnetyczne wysyłane przez atomy jest zjawiskiem periodycznym. Narzuca się więc myśl, aby obrać je jako wzorzec częstotliwości, a poprzez nią i czasu. Jak już jednak wspomniano, promieniowanie takie nie odpowiada jednej częstotliwości, ale tworzy całą krzywą rezonansu. Im węższa jest ta krzywa, tj. im większy jest stosunek $\frac{f_{rez}}{\Delta f_{(1/2)}} = Q$, tym dokładniej można porównać badane przebiegi z częstotliwością rezonansową, a więc i tym większą wartość przedstawia promieniowanie jako wzorzec. Wielkość Q znana



Rys. 6. Absorbcja częstotliwości 6 gazów [14]

jest z urządzeń będących wzorcami częstotliwości w paśmie radiowym, charakteryzuje tam ona dobroć obwodów rezonansowych i piezokwarców; podobnie jak tam, możemy ją nazwać dobrocią układu wzorcowego.

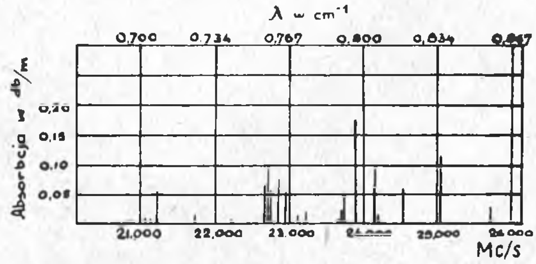
Częstotliwości, które chcemy porównać z wzorcami atomowymi, są na ogół niższe niż te ostatnie. Tak np. grupa częstotliwości radiowych rozciąga się od ok. 30 000 Mc/s do 100 kc/s.

Zjawiska przyjęte jako wzorce czasu astronomicznego są rzędu pojedynczych okresów na sekundę, względnie okresy ich trwają nawet wiele sekund (obrót ziemi). Dla uzyskania porównania musimy zatem częstotliwości odpowiadające wzorcom atomowym obniżyć odpowiednio — bez straty ich zasadniczej stałości. Dlatego staramy się z góry obrać zjawiska wprawdzie odpowiadające procesom atomowym, ale ujawniające się przy możliwie niskiej częstotliwości.

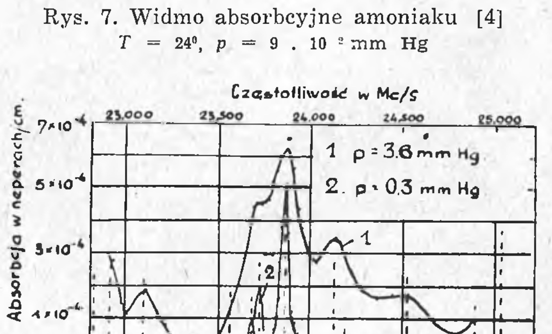
Obecnie prawie wyłącznie stosowane jest w tym celu zjawisko absorbcji w rozrzedzonych gazach (rys. 6). Odpowiednio wyraźne widmo, o dużych stosunkowo wartościach tłumienia, dają np. pary amoniaku i to już w obrębie górnego pasma częstotliwości radiowych (rys. 7 i 8). Przydatność prążków widma inwersyjnego amoniaku jako wzorca częstotliwości możemy zbadać dogodnie ze względu na posiadanie źródeł dostarczających pola elektrycznego o częstotliwościach dostatecznie stałych i regulowanych. Zasilając słup gazu napięciem takiego generatora, możemy zmierzyć całkowitą krzywą absorbcji oraz oddzielić ewentualne trabanty w wypadku struktury subtelnej. Pomiar możemy przeprowadzić automatycznie (rys. 9), uzyskując odpowiedni oscylogram (rys. 10, 11 i 12).

Z otrzymanego przebiegu (rys. 12) znajdujemy dobroć prążka absorbcyjnego, która dla amoniaku i linii $K = 3\,J = 3$ wynosi ok. 160 000, co w stosunku do obwodu o stałych skupionych ($Q \leq 1000$), względnie rozłożonych ($Q \leq 10\,000$), a nawet piezokwarcu ($Q \leq 50\,000$) stanowi wydatną poprawę. Poza tym częstotliwość absorbcyjna jest bardzo niewiele zależna od czynników zewnętrznych, jest odtwarzalna jednakowo w każdym miejscu i czasie, byle byłyby zachowane warunki nierozszerzania prążka. Stałość przebiegu częstotliwości w prążku możemy oszacować na $10^{-9} \div 10^{-10}$, a więc tego samego rzędu, co granice możliwe do uzyskania dla kwarcu. Granica stałości drgań kwarcu, określana ruchami Browna, jest zawarta prawdopodobnie również w granicach $10^{-9} \div 10^{-10}$. Natomiast metoda porównania stosowana początkowo (rys. 13) nie pozwalała na wyzyskanie wzorca gazowego z dokładnością lepszą niż ok. 10^{-6} do 10^{-7}.

Wzorzec atomowy konstrukcji Nat. Bur. of Standards [20] pozwala już na uzyskanie dokładności porównania $\pm\, 1.10^{-9}$, umożliwia więc wyzyskanie praktyczne całkowitej stałości zjawiska wzorcowego.

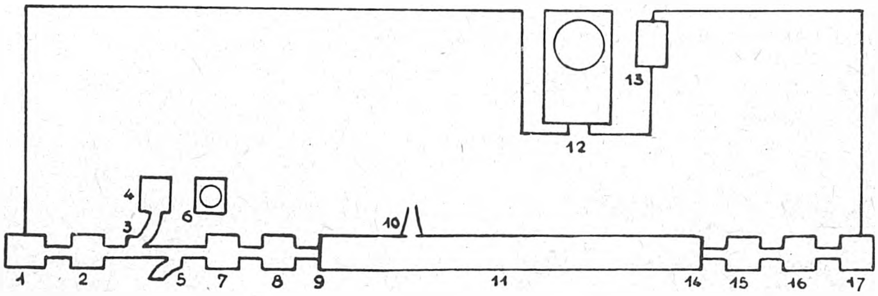


Rys. 7. Widmo absorbcyjne amoniaku [4]
$T = 24^0$, $p = 9 \,.\, 10^{-2}$ mm Hg



Rys. 8. Obwiednia widma absorbcyjnego NH_3 [5]

Tak więc z czterech wielkości podstawowych, za pomocą których możemy objąć całą dziedzinę elektryczności, dwie na pewno możemy wybrać za prawzorce:
długość — jako długość fali świetlnej,
czas (częstotliwość) — jako częstotliwość odpowiadającą prążkom absorbcyjnym,



Rys. 9. Schemat połączeń aparatu używanego do pomiarów absorbcji amoniaku [10]

1. Generator sygnałowy
2. Tłumik
3. Sprzęgacz kierunkowy
4. Kryształ
5. Sprzęgacz kierunkowy
6. Przyrząd kontrolny
7. Kalibrowany tłumik
8. Regulowana oporność pozorna
9. Okienko z miki
10. Do pompy
11. Celka absorbcyjna
12. Oscyloskop
13. Przedwzmacniacz
14. Okienko z miki
15. Regulowana oporność pozorna
16. Kalibrowany tłumik
17. Kryształ

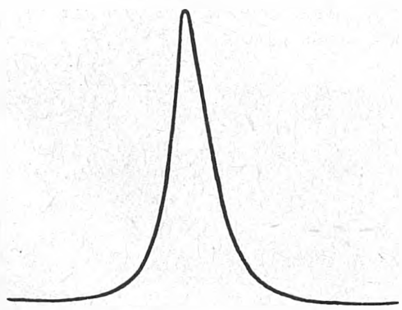
oraz prawdopodobnie, jakkolwiek na razie z licznymi zastrzeżeniami: masę — jako masę elektronu, ładunek — jako ładunek elektronu.

W ten sposób uzyskujemy (przynajmniej dla elektrotechniki) kompletny układ prawzorców oparty na zjawiskach elementarnych (tabl. VII).

Tablica VI. Prawzorzec długości

Czerwony prążek kadmu [Cd $^1P_1$ — $^1D_1$]
1 m = 1553164,13 λ; λ = 0,64384696 $\mu \pm 1.10^{-7}$
W suchym powietrzu: temp. t = 15°C; ciśnienie 760 mm Hg
Temperatura świecącej pary 320°C
Najwyższy rząd interferencji N = 530 000

Zielony prążek rtęci [Hg^{198} $^3P_2$ — $^3S_2$]
λ = 0,5461 μ
Temperatura pary 40°C, poza tym jak dla Cd
Najwyższy rząd interferencji N = 965 000



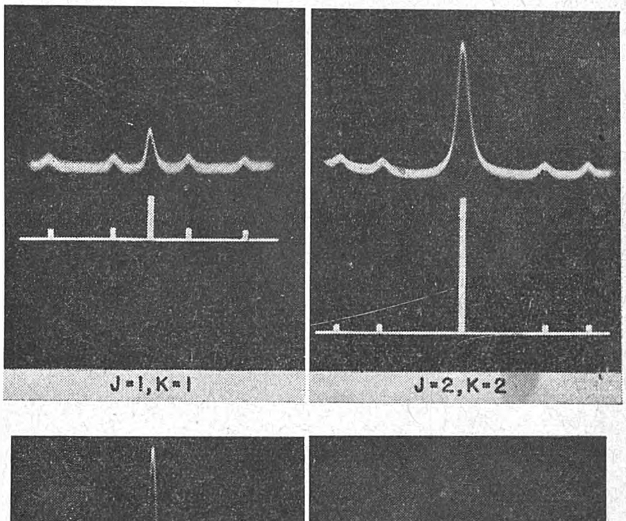
Rys. 10. Jedna z linii absorbcyjnych NH_3 [4]
f = 23 878 Mc/s, p = 0,1 mm Hg. Tłumienie = 0,18 db/m. Metoda modulacji częstotliwości o głębokości 22 Mc/s

3. Granice porównywania wielkości mierzonej i wzorca.

Każde porównanie dociera ostatecznie do świadomości obserwatora za pośrednictwem jednego ze zmysłów. Jeżeli żaden z nich nie reaguje na wielkość mierzoną, to mimo istnienia tej wielkości i wzorca pomiar w ogóle nie da się wykonać; jeżeli natomiast próg pobudliwości, względnie stopnie rozróżnialności zmian danej wielkości są gorsze niż dokładność wzorca, wtedy porównanie warunkuje dokładność całego pomiaru.

Trudności pierwszego rodzaju omijamy zamieniając odpowiednim przyrządem wielkość mierzoną na inną, na którą reagują nasze zmysły. Najczęściej jest to wzrok lub słuch, jako reagujące na najmniejsze moce podniet oraz pozwalające na zaobserwowanie najmniejszych ich różnic. Z tego powodu powstały elektryczne przyrządy skazówkowe, pozwalające na zamianę wielkości elektrycznych na zmiany długości, oraz przyrządy elektroakustyczne, stosowane jednak najczęściej tylko jako wskaźniki zerowe (ze względu na niski próg pobudliwości ucha, ale niedokładną rozróżnialność stopni zmieniających się podniet).

Rozciągnięcie pomiaru poniżej progu pobudliwości zmysłów, względnie mniejszych zmian niż zauważalne bezpośrednio, uzyskujemy dzięki zastosowaniu odpowiednich urządzeń, najczęściej optycznych oraz elektronowych. Ale i w tym wypadku dochodzimy szybko do nieprzekraczalnych granic: reagowanie tych przyrządów określone jest niestałością termodynamiczną, względnie poziomem szumów własnych. Natomiast wynik otrzymany na podstawie ich wskazań, wymaga ostatecznie porównania przy pomocy zmysłów, np. jako szacowanie części działki przyrządu wskaźnikowego itp.



Rys. 11/12. Struktura nadsubtelna prążków absorbcyjnych NH_3 dla $J = K$ oraz porównanie względnych intensywności zaobserwowanych z obliczonymi według wzoru:

$$f_{(Mc/s)} = 23\,787 - 151{,}3\,J(J+1) + 211{,}0\,K^2 + 0{,}5503\,J^2(J+1)^2 - 1{,}531\,J(J+1)\,K^2 + 1{,}0555\,K^4 \quad [12]$$

$J = 1$; $K = 1$; f = 23 694,49 Mc/s; odl. satelitów: Δf = 0,609 Mc/s
$J = 2$; $K = 2$; f = 23 722,63 Mc/s; odl. satelitów: Δf = 1,286 Mc/s
$J = 3$; $K = 3$; f = 23 870,13 Mc/s; odl. satelitów: Δf = 1,683 Mc/s
$J = 4$; $K = 4$; f = 24 139,41 Mc/s; odl. satelitów: Δf = 1,911 Mc/s

Całkowite wyeliminowanie pośrednictwa zmysłów w procesie porównania możliwe jest jedynie w wypadku, jeżeli przyrząd pomiarowy samoczynnie podaje liczbę stanowiącą wynik porównania. Tego typu przyrządy stosowane

Tablica VII. Ładunek i masa elektronu

Ładunek elektronu $e_{(e)}$	$= [1{,}60203 \pm 0{,}00034] \cdot 10^{-20}$ jedn. el.-m.
	$= [4{,}8025 \pm 0{,}001] \cdot 10^{-10}$ jedn. el.-st.
Masa elektronu $m_{(e)}$	$= [9{,}1066 \pm 0{,}0033] \cdot 10^{-28}$ g

są jednak na razie w niewielu wypadkach (liczniki energii elektrycznej!), a dokładność ich jest mała ze względu na skomplikowany mechanizm porównujący.

4. Granice pracy zmysłów.

Wzrok. Najczęściej używanym w pomiarach zmysłem jest wzrok; z jego własności posługujemy się przede na 4 mm, a zakres fal widzialnych na 0,4 — 0,8 μ, wówczas z warunku apertury oka:

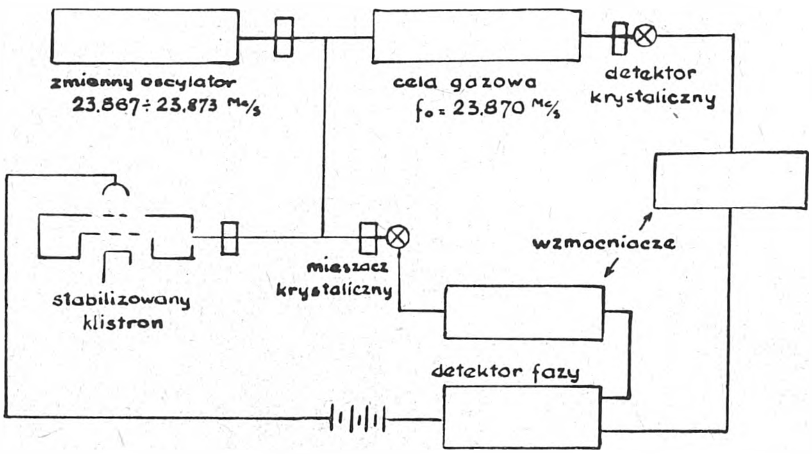
$$d = \frac{n\lambda}{\sin \alpha},$$

Tablica VIII. Rozróżnianie punktów

Oko ludzkie w odległości dobrego widzenia	$d \geq 0{,}05 \div 0{,}1$ mm	
Mikroskop normalny	$d \geq 0{,}25\ \mu$	$= 0{,}25 \cdot 10^{-3}$ mm
„ z imersją	$d \geq 018\ \mu$	$= 0{,}18 \cdot 10^{-3}$ mm
Ultramikroskop	$d \geq 0{,}10\ \mu$	$= 0{,}10 \cdot 10^{-3}$ mm
Mikroskop elektronowy	$d \geq 1 \div 5$ Å	$= 0{,}1 \div 0{,}5 \cdot 10^{-6}$ mm
Średnica atomu	$d \geq 0{,}1 \div 0{,}5$ Å	$= 0{,}1 \div 0{,}5 \cdot 10^{-7}$ mm

gdzie n jest współczynnikiem załamania, a α kątem „przedmiot — oś soczewki — jej skraj", otrzymujemy:

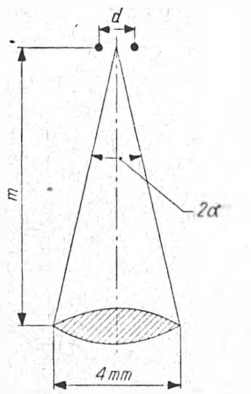
$$d_{min} \text{ (dla 250 mm)} = 0{,}05 \div 0{,}1 \text{ mm}.$$



Rys. 13. Schemat blokowy układu stabilizacyjnego [14]

wszystkim zdolnością oceniania odległości (długości), znacznie rzadziej zdolnością rozróżniania powierzchni, przestrzeni, barwy czy natężenia światła.

Rozróżnialność dwu punktów, stanowiąca o ocenie odległości, uwarunkowana jest dla oka ludzkiego tak budową geometryczną jego układu optycznego, jak i budową układu nerwowego. Pierwsza z tych granic związana jest



Rys. 14. Ograniczenia wynikające z apertury oka

$$d = \frac{n\lambda}{\sin \alpha}$$

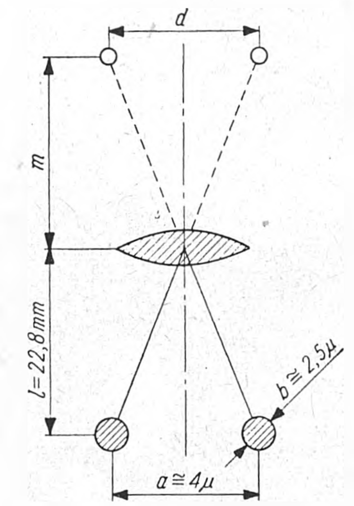
$n = 1$ $\lambda = 0{,}4 \div 0{,}8\mu$

$\sin \alpha = 0{,}008$

dla $m = 250$ mm $d = 0{,}05 \div 0{,}10$ mm

z aperturą oka. Jeżeli przez d nazwiemy najmniejszą odległość dwu punktów, które chcemy rozróżnić (rys. 14), a które są położone w płaszczyźnie dobrego widzenia, tj. ok. 25 cm od oka, jeżeli czynną średnicę soczewki przyjmiemy

Prawie ten sam wynik uzyskamy rozpatrując możliwości rozdzielcze oka ze względu na budowę zakończeń nerwowych. Środkowa część dna oka posiada najgęściej rozłożone zakończenia światłoczułe; odległość środków są-



Rys. 15. Ograniczenie wynikające z budowy zakończeń nerwowych (kąt widzenia)

a — odległość środków sąsiednich czopków
b — średnica czopków światłoczułych w środkowej części dna oka
d — odległość dwu punktów obserwowanych
l — „ soczewki od dna oka
m — „ „ od punktów obserwowanych

$$d = m \frac{a}{l}$$

dla $m = 250$ mm $d \simeq 0{,}044 \div 0{,}05$ mm

$m = 1000$ mm $d \simeq 0{,}175 \div 0{,}2$ mm

siednich czopków wynosi tu ok. 4 μ; przy przeciętnej długości ogniskowej soczewki oka 22,8 mm dotrą do dwu oddzielnych zakończeń nerwowych promienie pochodzące od punktów odległych od oka o 250 mm, a od siebie o d = 0,045 — 0,05 mm (rys. 15).

Możliwości oka wyzyskane są zatem do ostatecznych granic dopuszczalnych ze względu na jego wymiary geometryczne i budowę biologiczną. Rozróżnialność punktów możemy jednak polepszyć mniej lub więcej skomplikowanymi przyrządami (tabl. VIII).

Podobne warunki istnieją pod względem progu pobudliwości energetycznej i barwoczułej oka. Oko zaadaptowane na ciemność reaguje już na niewielką ilość fotonów promieniowania, zbliżonego do końca widma o falach krótszych (fiolet): dla λ = 4000 Å 1 foton = $4{,}913 \cdot 10^{-12}$ ergów = 3,08 elektrono-woltów; wszelkie zwiększenie czułości lub zakresu barwoczułości w tym kierunku musiałoby doprowadzić do rozróżnienia pojedynczych fotonów, a więc nieciągłości wrażenia widzenia.

Z drugiej strony widma oko traci czułość w podczerwieni. I tutaj wyzyskanie oka jest wyśrubowane do granic dopuszczalnych ze względu na sprawne funkcjonowanie wzroku. Przy niewielkim rozszerzeniu zakresu barwoczułości lub przy powiększeniu progu czułości wystarczyłyby,

Tablica IX. Ilość kwantów promieniowania „czarnego" przebiegających przez 1 cm² w 1 sek. przy temp. krwi t = 36,6° C

Długość fali	Ilość kwantów
0,8 — 0,9 μ	$5 \cdot 10^{-1}$
0,9 — 1,0 μ	$7 \cdot 10^{2}$
1,0 — 1,5 μ	$2 \cdot 10^{8}$

do pobudzenia wrażenia widzenia, kwanty energii dostarczane przez wahania temperatury krwi odżywiającej gałkę oczną (tabl. IX). Nawet zatem w zupełnej ciemności doznawalibyśmy zmiennych wrażeń wzrokowych. Wrażenia takie obserwujemy zresztą w wypadkach dużych i nagłych zmian temperatury krwi, dla których oko nie nadąża z odpowiednim odczuleniem (maligna!).

Własności energetyczne oka ludzkiego stanowią granicę naszych możliwości i mogą być przekroczone tylko po stronie podczerwieni użyciem odpowiednich fotokomórek, wykazujących mniejszą niż oko zależność od wahań temperatury.

Słuch. Ucho ludzkie reaguje również nierównomiernie na dochodzące do niego ciśnienia akustyczne. Granice czułości wrażeń zależą tak od częstotliwości jak i natężenia bodźca (rys. 16). Ze względu na stosowanie w miernictwie wrażeń słuchowych prawie wyłącznie w metodach zerowych, obchodzi nas jedynie próg pobudliwości w najkorzystniejszym zakresie częstotliwości, tj. około 800 — 1500 c/s.

W tych granicach ucho zdrowe, zaadaptowane na ciszę, zaczyna odbierać wrażenia przy ciśnieniu 10^{-4} dyn/cm², względnie wartości energii akustycznej ok. 10^{-10} μ Ws/cm². Wartość ta przypada już w pobliżu niestałości termodynamicznej cząstek, wywołanej ruchami Browna, wynoszącej:

$$\tfrac{1}{2}\, k\, T = 2 \cdot 10^{-15}\ (\mu\text{Ws}).$$

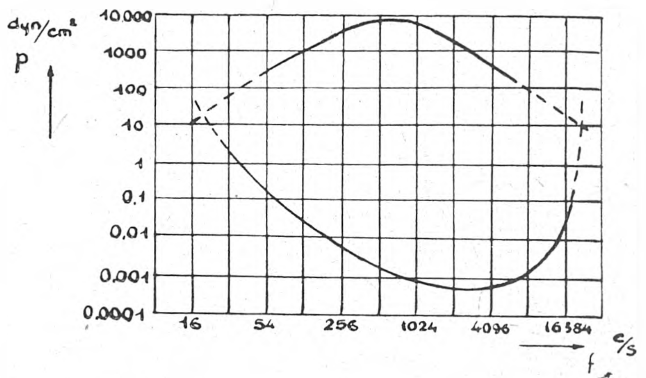
Wartość progowa słuchu ma zatem przewagę nad przypadkowymi cieplnymi ruchami cząstek rzędu $a = 10^4 \div 10^5$, co musimy uznać za niewysoki „stopień bezpieczeństwa".

Użycie wzmacniacza nie może wiele poprawić granicy słyszalności, bo równocześnie ze wzmacniaczem sygnału rosną i szmery nierównowagi termodynamicznej. Znaczną natomiast poprawę możemy uzyskać przez zastosowanie wzmacniacza wybiorczego. Wzmacniacz taki poprawia stosunek szmerów do sygnału ze względu na równomierne rozłożenie szumów wzdłuż całego, w znacznej części eliminowanego pasma częstotliwości.

Pozostałe zmysły są u człowieka słabiej rozwinięte, nie są one jednak prawie nigdy stosowane w pomiarach ilościowych.

Tak wyglądałoby szkicowe przedstawienie możliwości pomiarowych. Nie jest ono — i nie może być — wyczerpujące. Pomiar i jego granice stanowią temat obejmujący większość zagadnień badawczych i technicznych. Określenie granic możliwości utrudnia dodatkowo fakt, że eksperyment wyprzedza na ogół teorię, zmuszając do pionierskiej na pół intuicyjnej pracy.

W szczęśliwszym położeniu jest jedynie technika; zajmuje się ona na ogół pomiarami wykonywanymi w zakresie stosowalności zbudowanych do danego celu przyrządów; dlatego granice wykonywanych dla jej celów pomiarów i przyrządów można zamknąć w przepisy, które — jeżeli są dochowane — dają dobre widoki wykonania udanego pomiaru i uzyskania znanej dokładności. Natomiast prace badawcze prawie wyłącznie operują w pobliżu granicy stosowalności lub wymagają jej samodzielnego przekra-



Rys. 16. Krzywe słyszalności i bólu (Akustik — Trendelenburg), 1927)

Niestałość termodynamiczna słuchu $W_p = \frac{1}{2} kT = 2 \cdot 10^{-14}$ erg. $= 2 \cdot 10^{-15}\ \mu\ Ws$

Wartość progowa $p_p \geq 3 \cdot 10^{-4}$ dyn/cm²

Natężenie energii $W'_p \geq 4 \cdot 10^{-10}\ \mu$ Ws/cm²

czania. Ale właśnie w tym bogactwie możliwości, przy braku wzorów i ograniczeń, tkwi podstawowa atrakcyjność badań doświadczalnych.

W odróżnieniu od świata zewnętrznego, narzucającego życiu coraz ciaśniejsze ramy, w pracach badawczych granice w wielu kierunkach jeszcze nie są nawet dostrzegalne; w innych na razie istniejące można swobodnie przekraczać; a te, które jako ostateczne, zakreśla sama natura, są na pewno jednakowe dla wszystkich.

LITERATURA

1. Czerny M. Grenzen der elektrischen Messungen. Zeitschr. für Techn. Physik, 11, 1933, 437.
2. Hartshorn L. Radio Standards. Journal Inst. El. Eng., t. 95, cz. III, nr 37, 1948, 315.
3. Bleancy B. Microwave Spectroscopy of Gases. Journal Inst. El. Eng., t. 95, cz. III, nr 37, 1948, 340. Nature, 157, 1946, 339. Proc. Phys. Soc., 59, 1947, 418.
4. Good W. E. Inversion Spectrum of Ammonia. The Phys. Rev., 69, nr 9, 1949, 539 oraz 70, 1946, 213 i 71, 1947, 383.
5. Townes Ch. H. The Ammonia Spectrum and Lines Shapes near 1,25 cm Wavelength. Phys. Rev., nr 9, 1946, 665.
6. Stranberg M. W., Kyhl R., Weutink T., Hilger R. E. Microwave Absorption Frequencies of $N^{14}H_3$ and $N^{15}H_3$. Phys. Rev., 71, 1947, 326.
7. Foley H. M. The Pressure Broadening of Spectral Lines. Phys. Rev. 69, nr 11, 1946, 616.
8. Jabłoński A. O szerokości naturalnej linij widmowych. Mathesis Polska, maj-czerwiec 1933 r., 8, 65.
9. Karplus R., Schwinger J. A Note on Saturation in Microwave Spectroscopy. Phys. Rev., 73, nr 9, 1948, 1020.
10. Cartner R. L., Smith W. V. Saturation Effect in Microwave Absorption of Ammonia. Phys. Rev., 73, nr 9, 1948, 1052.
11. Snyder H. S., Richards P. I. Collision and Saturation Broadening in Microwave Spectra. Phys. Rev., 73, nr 10, 1948, 1178.
12. Simmons J. W., Gordy W. Structure of Inversion Spectrum of Ammonia. Phys. Rev., 73, nr 7, 1948, 713.
13. Walter J. E., Hershberger W. D. The Absorption of Microwaves by Gases II. Journal of Appl. Phys. 17, 1946, 814.
14. Hershberger W. D., Norton L. E. Frequency Stabilisation with Microwave Spectral Lines. R. C. A. Rev., IX, 1948, nr 1, 38, oraz VII, 1946, 422.
15. Smith W. V., Quevedo J. D., Carter R. L., Bonnet W. S. Frequency Stabilisation with Spectrum Lines. Journal Appl. Phys., V, 18, 1947, 1112.
16. Microwave Measurements Standards. Bur. of Stand., News Bulletin, 1948 oraz J. Frankl. Inst., 247, 1949, No 156.
17. Wiens J. W. Production of Hg^{198} as a Possible Source of an Improved Wave-Length Standard. Phys. Rev., 70, 1946, 910.
18. Krönert J. Empfindlichkeitsgränze von Galvanometern durch die Brown-Molekularbewegung. ATM, J. 022-2, Oct. 1932.
19. De Haas-Lorentz G. L. Die Brownsche Bewegung und einige verwandte Erscheinungen. Die Wissenschaft, 52, 1913.
20. The Atomic Clock. Techn. Bull. B. of Stand., 1949, V. 33, No 2.
21. Gordy W. Microwave Spectroscopy. Rev. of Mod. Physics, 1948, V. 20, No 4.

PROF. DR INŻ. PAWEŁ JAN NOWACKI

Obliczanie pól magnetycznych w maszynach elektrycznych metodą rozprężeń

T r e ś ć. Podano metodę obliczania pól magnetycznych i elektrycznych w odniesieniu specjalnym do maszyn elektrycznych. Matematycznie problem rozwiązywany jest za pomocą stosowania równań różnicowych zamiast równań różniczkowych Laplace'a względnie Poissona. Podana metoda przybliżona jest ogólnie ważna dla dowolnych kształtów i warunków brzegowych i nie wymaga stosowania wzorów wyższej matematyki. W przykładzie szczegółowym obliczono długość idealną twornika maszyny prądu stałego z kanałami wentylacyjnymi.

Расчет магнитного поля в электрических машинах по методу релаксации. Дается метод расчета магнитного или электрического поля специально в применении к электрическим машинам. Математически задача решается путем применения уравнений конечных разностей вместо дифференциальных уравнений Лапласа либо Пуассона. Указанный приближенный метод расчета применим ко всякого рода формам и береговым условиям и не пользуется формулами высшей математики. В качестве примера приводится расчет идеальной длины якоря в машине постоянного тока с воздушными каналами.

Calculation of magnetic fields in electric machines by relaxation method. A method is advanced for the calculation of magnetic and electric fields as applied especially to electric machines. Mathematically, the problem is being solved by means of applying the equations of differences instead of the Laplace or Poisson differential equations. The method advanced is generally applicable to any shape and any boundary conditions and does not call for the necessity of applying formulae of higher mathematics. A detailed example is quoted of computing the ideal length of a D. C. machine armature with ventilating ducts.

1. Wstęp.

Zagadnienie obliczania układu pól magnetycznych w maszynach elektrycznych spotyka się bardzo często w praktyce. Dla pewnych prostych przypadków rozkład pola magnetycznego może być obliczony na podstawie zastosowania tzw. transformacji Schwartza-Cristoffela, czego przykładem są wzory Cartera na obliczenie idealnej szczeliny w maszynach z uzębionym wirnikiem lub stojanem. Niestety, nie wszystkie przypadki można tą metodą obliczyć. W podręcznikach zarówno maszyn elektrycznych, jak i techniki wysokiego napięcia, są podane metody przybliżone polegające na wykreślnym przedstawieniu linii indukcji.

W czasie ostatniej wojny należało rozwiązać szereg problemów zarówno z dziedziny statyki, jak i maszyn elektrycznych oraz lamp elektronowych, które wymagały nowej metody obliczeń.

Okazało się wówczas, że zastosowana do zagadnień statyki metoda rozprężeń („relaksacyjna") Southwella daje bardzo dobre i szybkie rozwiązanie. Metoda ta jest dziś również stosowana do obliczania sieci elektrycznych.

Poniżej przedstawiono na przykładach zarys tej metody i operowanie nią. Metoda rozprężeń może dać dokładność dowolną żądaną.

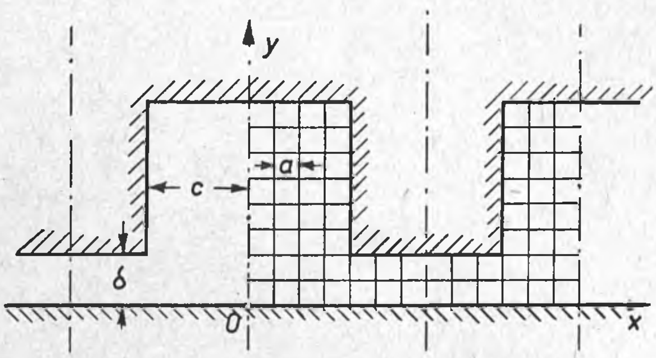
2. Metoda rozwiązań.

Wszystkie zagadnienia wchodzące w zakres teorii potencjału w układzie dwuwymiarowym można teoretycznie rozwiązać za pomocą równania różniczkowego Laplace'a

$$\nabla^2 V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} = 0 \qquad (1)$$

przy danych warunkach brzegowych.

Jeżeli nie będziemy liczyć się z nasyceniem w żelazie, możemy np. dla magnesów i wirnika maszyny elektrycznej przyjąć stałe potencjały magnetyczne na powierzchni



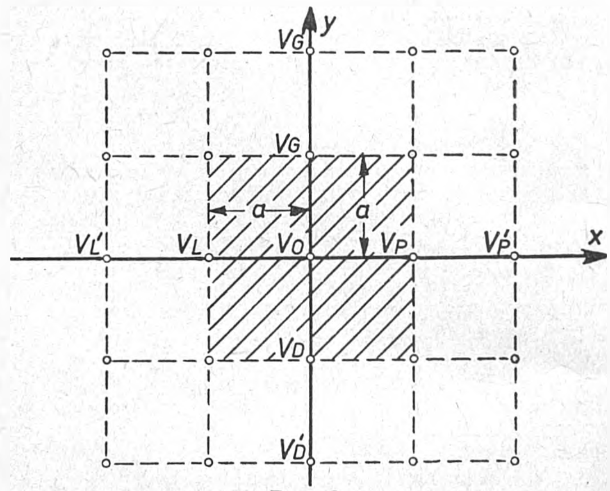
Rys. 1

magnesów i na powierzchni twornika. Na rys. 1 przedstawiono rozwinięcie gładkiego twornika i magnesów maszyny elektrycznej.

Potencjał magnetyczny w przestrzeni pomiędzy biegunami a twornikiem musi odpowiadać pod względem rozkładu przestrzennego równaniu (1), przy czym potencjał na powierzchni twornika można przyjąć równy zeru, a potencjał na powierzchni biegunów np. 1000 jednostek, tj. dla prostej $y = \delta$, $x > c$ oraz dla prostej $x = c$, $y > \delta$. Prosta OY jest osią symetrii, dla niej potencjał wynosi również 0.

Metoda rozprężeń polega na tym, że równanie różniczkowe Laplace'a zamieniamy na równanie r ó ż n i c o w e, stosując siatkę o skończonych wymiarach oczek.

Wybór siatki zależy wyłącznie od kształtu linii brzegowych. Na rys. 1 zastosowano spółrzędne prostokątne i oczka kwadratowe o wymiarze liniowym $\Delta x = \Delta y = a$. Na rys. 2 przedstawiono wycinek tej siatki dla dowolnego punktu w przestrzeni ograniczonej liniami brzegowymi. Potencjał punktu środkowego niech będzie V_0, dalsze potencjały oznaczono:



Rys. 2

V_G — potencjał punktu górnego
V_D — „ „ dolnego
V_P — „ „ prawego
V_L — „ „ lewego

Rozwińmy funkcję $V_P = f(x, y)$ w szereg Taylora względem x wokoło punktu O dla $\Delta x = a$:

$$V_P - V_0 = \left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)_0 a + \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}\right)_0 \frac{a^2}{2!} + \left(\frac{\partial^3 V}{\partial x^3}\right)_0 \frac{a^3}{3!} + \left(\frac{\partial^4 V}{\partial x^4}\right)_0 \frac{a^4}{4!} \qquad (2)$$

Analogicznie dla V_L otrzymamy:

$$V_L - V_0 = -\left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)_0 \cdot a + \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}\right)_0 \frac{a^2}{2!} - \left(\frac{\partial^3 V}{\partial x^3}\right)_0 \frac{a^3}{3!} + \left(\frac{\partial^4 V}{\partial x^4}\right)_0 \frac{a^4}{4!} \qquad (3)$$

Z równań (2) i (3) wynika po dodaniu:

$$V_P + V_L - 2V_0 = \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}\right)_0 a^2 + \left(\frac{\partial^4 V}{\partial x^4}\right)_0 \frac{a^4}{12} \qquad (4)$$

Jeżeli a jest dostatecznie małą wielkością, można nie uwzględniać czwartej potęgi a i równanie (4) napisać w formie przybliżonej:

$$V_P + V_L - 2V_0 = a^2 \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}\right)_0 \qquad (5)$$

Analogicznie można napisać dla V_G, V_D i V_0

$$V_G + V_D - 2V_o = a^2 \left(\frac{\partial^2 V}{\partial y^2}\right)_o \tag{6}$$

Po dodaniu obustronnym równań (5) i (6) otrzymamy:

$$V_P + V_L + V_G + V_D - 4V_o = a^2 \left[\left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}\right)_o + \left(\frac{\partial^2 V}{\partial y^2}\right)_o\right] = a^2 \nabla^2 V \tag{7}$$

Również z równania (4) wynika (rys. 2) przy $\Delta x = 2a$:

$$V'_P + V'_L - 2V_o = 4a^2 \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}\right)_o + \frac{4}{3} a^4 \left(\frac{\partial^4 V}{\partial x^4}\right)_o \tag{8}$$

Jeżeli wartości a^4 uwzględnimy, wówczas eliminując $\left(\frac{\partial^4 V}{\partial x^4}\right)_o$ z równań (4) i (8) otrzymamy:

$$a^2 \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}\right)_o = \frac{4}{3}\left(V_P + V_L - 2V_o\right) - \frac{1}{12}\left(V'_P + V'_L - 2V_o\right) \tag{9}$$

i analogicznie

$$a^2 \left(\frac{\partial^2 V}{\partial y^2}\right)_o = \frac{4}{3}\left(V_G + V_D - 2V_o\right) - \frac{1}{12}\left(V'_G + V'_D - 2V_o\right) \tag{9'}$$

a stąd równanie

$$a^2 \nabla^2 V = \frac{4}{3}\left(V_P + V_L + V_G + V_D - 4V_o\right) - \frac{1}{12}\left(V'_P + V'_L + V'_G + V'_D - 4V_o\right) \tag{10}$$

Ścisłe rozwiązanie równania różniczkowego Laplace'a wymaga, aby:

$$a^2 \nabla^2 V = 0.$$

Warunek ten będzie spełniony dla równania różnicowego (10) przy pominięciu wyrażeń o wyższej potędze niż druga, jeżeli

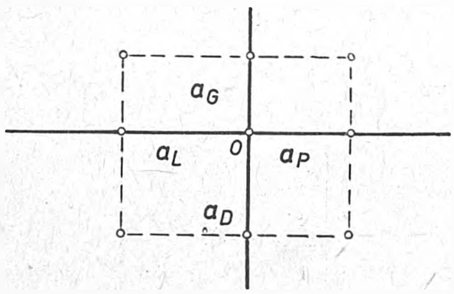
$$V_P + V_L + V_G + V_D - 4V_o = 0 \tag{11}$$

Ewentualną resztę można przedstawić za pomocą równania typu Poissona:

$$V_P + V_L + V_G + V_D - 4V_o = \delta \tag{12}$$

gdzie $\delta = a^2 Q$ byłby ładunkiem magnetycznym o gęstości powierzchnionej Q skoncentrowanym w punkcie węzłowym.

Stosując równanie (12), staramy się uczynić δ dowolnie małym. W niektórych wypadkach trzeba zastosować siatkę



Rys. 3

nierównomierną (rys. 3). Wtedy zamiast wzoru (11) występuje wyrażenie:

$$\frac{1}{a_P + a_L}\left(\frac{V_P - V_o}{a_P} + \frac{V_L - V_o}{a_L}\right) + \frac{1}{a_G + a_D}\left(\frac{V_G + V_o}{a_G} + \frac{V_D - V_o}{a_D}\right) = 0 \tag{13}$$

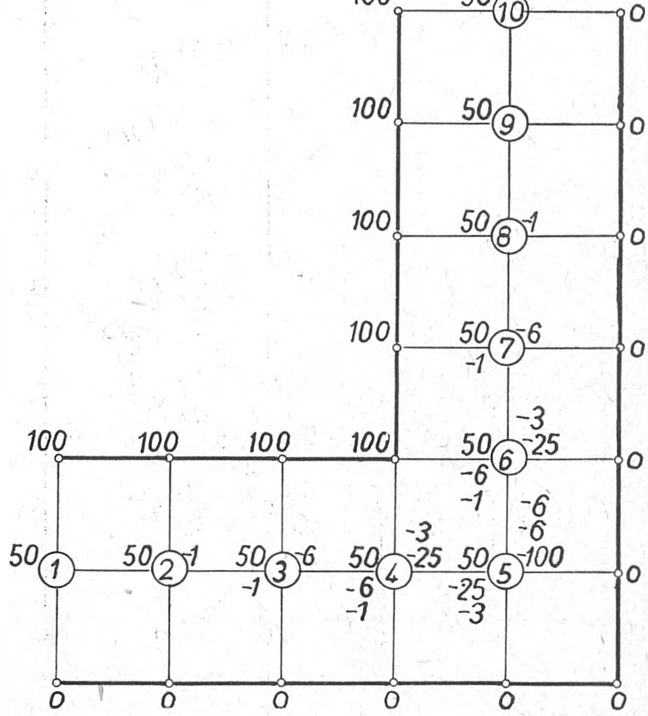
które sprowadza się do równania (11) w wypadku

$$a_G = a_D = a_P = a_L = a.$$

3. Przykład rozwiązania.

Rozwiązanie równań różnicowych metodą rozprężeń polega na rozwiązaniu wszystkich równań węzłowych (11) lub (13) dla danej siatki. Pozornie zadanie przy wielu oczkach ma wygląd skomplikowany, w praktyce jednak jest bardzo proste. Najłatwiej jest opanować metodę przy pomocy przykładu. Rozpatrzmy przypadek podany na rys. 1, zakładając, że mamy 18 oczek (rys. 4) i że potencjał bieguna jest równy 100, potencjał zaś powierzchni twornika i osi symetrii jest równy zeru.

Zaczniemy od dowolnego wyboru potencjału węzłów. Załóżmy np., że we wszystkich węzłach „środkowych" po-



Rys. 4

tencjał wynosi 50. Przyjęte potencjały wypisujemy w lewym górnym kącie każdego węzła (rys. 4).

Sprawdzając równ. (11) dla każdego węzła, znajdziemy, że potencjały zgadzają się we wszystkich węzłach z wyjątkiem węzła *5*, dla którego

$$V_G + V_D + V_P + V_L - 4\,V_o = 50+0+0+50-4 \cdot 50 = -100.$$

Tę resztę (—100) wypisujemy w prawym górnym kącie węzła *5* (rys. 4). Wartość —100 oznacza ładunek resztkowy, który nie może istnieć. Zmieniamy zatem potencjał tego punktu o — 25, tj. o resztę podzieloną przez 4; wówczas nie będzie ładunku resztkowego. Tę zmianę potencjału wypisujemy w lewym dolnym kącie węzła *5*. Zmiana ta powoduje natomiast dodatkowe ładunki tej samej wielkości ($\delta = -25$) w sąsiednich węzłach, które to zmiany wypisujemy z kolei w prawym górnym kącie węzłów *4* i *6*.

Z kolei zmieniamy potencjał węzła *4* o $-25 : 4 \cong -6$, wypisując tę zmianę w lewym dolnym kącie tego węzła. Analogicznie postępujemy z węzłem *6*.

Węzeł *4* z kolei daje ładunek (—6) na węzły *3* i *5*, a węzeł *6* z kolei na węzeł *7* i węzeł *5*.

Potencjał węzła *3* zmieniamy o $-6 : 4 \cong 1$; to samo czynimy z potencjałem węzła *7*. Wtedy węzeł *2* oraz węzeł *8* otrzymują ładunki —1. Potencjał węzła *5* z kolei należy zmienić o $-12 : 4 = -3$ (—6 pochodzi od węzła *4* i —6 od węzła *6*). Zmiana ta jest z kolei wypisana w lewym dolnym kącie węzła *5*.

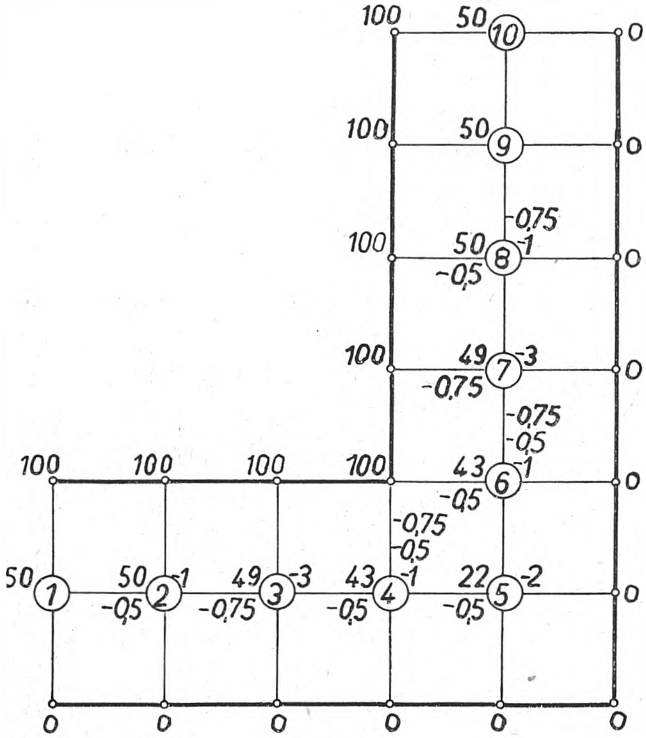
Dodatkowa zmiana potencjału węzła *5* powoduje dodatkowo ładunki —3 w węzłach *4* i *6*, które z kolei wypisujemy w prawym górnym kącie tych węzłów. Z kolei zmieniamy potencjały tych węzłów o —1, wypisując tę zmianę w lewym dolnym kącie tych węzłów.

Teraz rysujemy nowe drugie przybliżenie naszego rozwiązania (rys. 5). W przybliżeniu tym sprawdzamy równanie (11) dla każdego węzła i wypisujemy reszty w prawym kącie. Największych zmian potrzeba dla węzłów *3*, *5* i *7*, których potencjały należałoby odpowiednio zmienić o

$$-\frac{3}{4} = -0{,}75\ , \quad -\frac{2}{4} = -0{,}5\ , \quad \text{oraz} -\frac{3}{4} = -0{,}75.$$

Węzeł *5* spowoduje zmianę ładunku o —0,5 w węzłach *4*

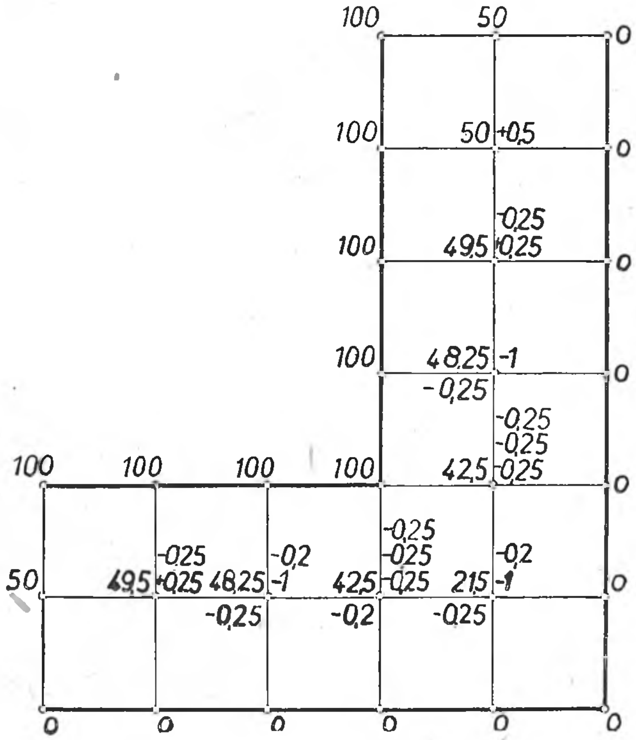
i *6*, węzeł *3* zmianę ładunku o —0,75 w węzłach *2* i *4*, a węzeł *7* zmianę ładunku o —0,75 w węzłach *6* i *8*. Z kolei więc możemy zmienić potencjały węzła *2* o —1,75 : 4 ≅ 0,5,



Rys. 5

węzła *4* o —2,25 : *4* ≅ —0,5, węzła *6* o —2,25 : 4 ≅ — 0,5 i węzła *8* o —1,75 : 4 ≅ 0,5. W ten sposób otrzymamy trzecie przybliżenie, przedstawione na rys. 6.

Postępując podobnie jak w przybliżeniu drugim, otrzymamy z kolei wartości wypisane na rys. 6, które po upo-



Rys. 6

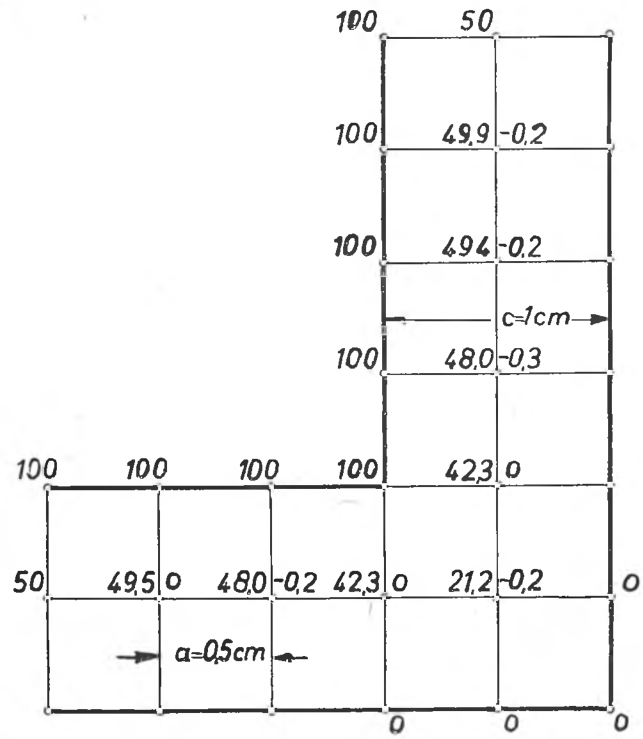
rządkowaniu podane są na rys. 7. Na rys. 7 wpisano potencjały ostatecznie przyjęte i ładunki resztkowe. Rezultatem tym zadowalamy się, albowiem największy błąd nie przekracza $\frac{0,2}{21,2} \cdot 100\% \cong 95\%$.

Wynik obliczeń można przedstawić w formie wykresu, wyrażającego zależność nasycenia w szczelinie od odległości na tworniku. Indukcję bowiem magnetyczną B na powierzchni twornika oblicza się z równania

$$\left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)_0 = \frac{V_G - V_0}{a} \tag{14}$$

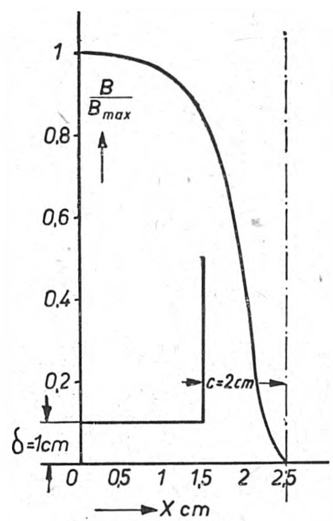
przy czym wartość $V_0 = 0$ na powierzchni wirnika naszego przykładu. Dla przejrzystości przyjęto dla naszego przykładu $\delta = 1$ cm, $c = 2$ cm.

Przyjmując wartości B w szczelinie powietrznej w środku bieguna jako B_{max}, otrzymamy wartości względne $\frac{B}{B_{max}}$ z równania (14) i z rys. 7. Rys. 8 przedstawia



Rys. 7

wartości tak obliczone, przy czym należy pamiętać, że $a = 0,5$ cm.



Rys. 8

Wyniki otrzymane można sprawdzić według wzoru Cartera:

$$F = \frac{\Phi_0}{\delta} \frac{1}{\sqrt{1 + e^{-2x}}} \tag{15}$$

gdzie

$$x = \frac{\delta}{\pi} \log_{10} \left\{ e^{-x} + \frac{a-b}{2} + \sqrt{(e^{-x}+a)(e^{-x}-b)} \right\} -$$

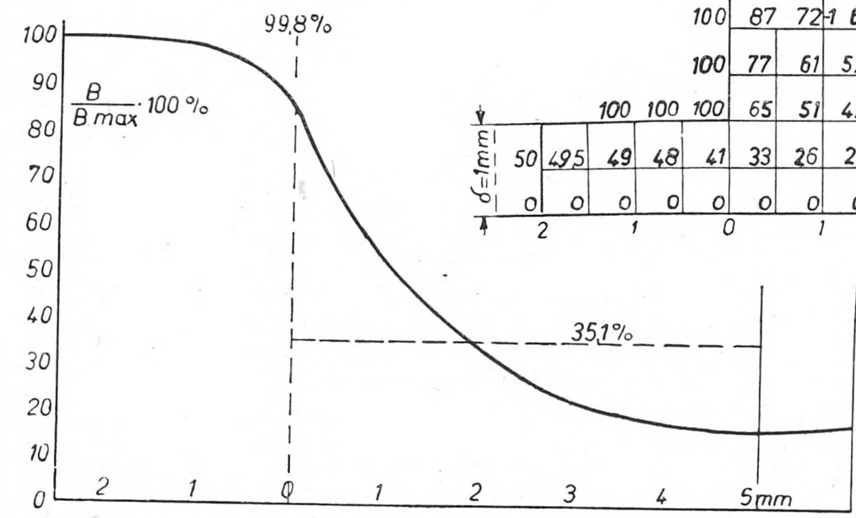
$$- \frac{c}{\pi} \arcsin \left(\frac{2ab}{a+b} e^{x} - \frac{a-b}{a+b} \right) \qquad (16)$$

przy czym

$$a = \frac{2c^2}{c^2+\delta^2} \cdot e^{-\frac{\pi}{2}\frac{c}{\delta}} \qquad (17)$$

oraz

$$b = \frac{2\delta^2}{c^2+\delta^2} e^{-\frac{\pi}{2}\frac{c}{\delta}} \qquad (18)$$



Rys. 10

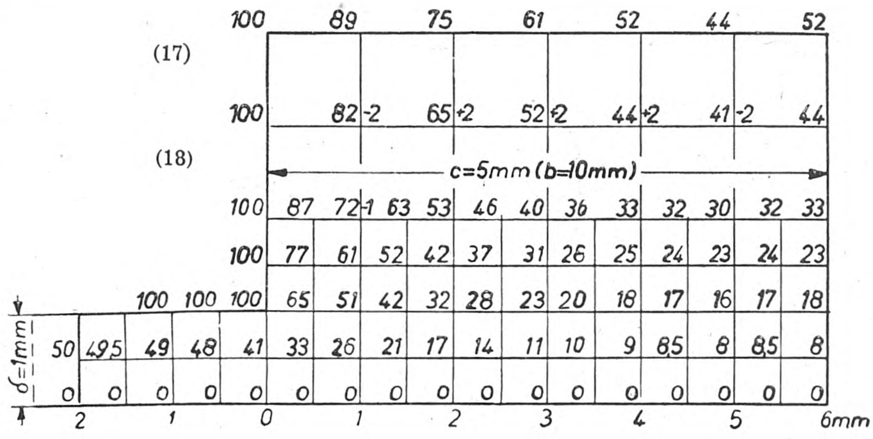
Wynik tego żmudnego obliczenia jest praktycznie identyczny z obliczeniem wyżej podanym.

4. Przykład obliczenia idealnej długości twornika maszyny elektrycznej.

Jako dalszy przykład zastosowania metody rozprężeń wybieramy obliczenie idealnej długości twornika maszyny np. prądu stałego.

Dana jest maszyna o długości twornika $l = 23$ cm. Twornik posiada 4 pakiety blach po 5 cm, zatem długość blach wraz z izolacją wynosi $l_{Fe} = 20$ cm. Resztę długości zajmują 3 kanały wentylacyjne o szerokości $b = 1$ cm. Należy obliczyć idealną długość twornika. Szczelina pomiędzy twornikiem a biegunami głównymi niech wyniesie $\delta = 1$ mm $= 0,1$ cm.

R o z w i ą z a n i e. W sposób zupełnie analogiczny do przyjętego w poprzednim przykładzie (rys. 8) budujemy wykres, uwzględniający nowe wartości δ i b. Stosujemy metodę rozprężeń, której wynik końcowy przedstawiony jest na rys. 9. Dla potencjałów podanych na rys. 9 kreślimy rys. 10, który przedstawia wykres nasycenia na obwodzie twornika dla różnych odległości w procentach nasycenia w szczelinie pod środkiem długości pakietu. Z rys. 10 wynika, że średnie nasycenie w szczelinie na długości kanału wentylacyjnego wynosi tylko 35,1% nasycenia największego B_{max} oraz że przeciętne nasycenie na długości pakietu żelaza wynosi 99,8% nasycenia największego (w środku pakietu żelaznego o długości 5 cm). Wyniki obliczeń przedstawione są na rys. 11.



Rys. 9

Z teorii wynika, że

$$l_i \cdot B_{max} = l_{Fe} \cdot \beta \cdot B_{max} + n \cdot b \cdot \alpha \cdot B_{max} \qquad (19)$$

gdzie

$$l = l_{Fe} + n \cdot b \qquad (20)$$

przy czym

l — całkowita długość twornika,
l_{Fe} — „ „ pakietów żelaznych twornika,
n — liczba kanałów wentylacyjnych,
b — szerokość kanału wentylacyjnego.

Podstawiając we wzorze (19) wartości l_{Fe} ze wzoru (20) otrzymamy:

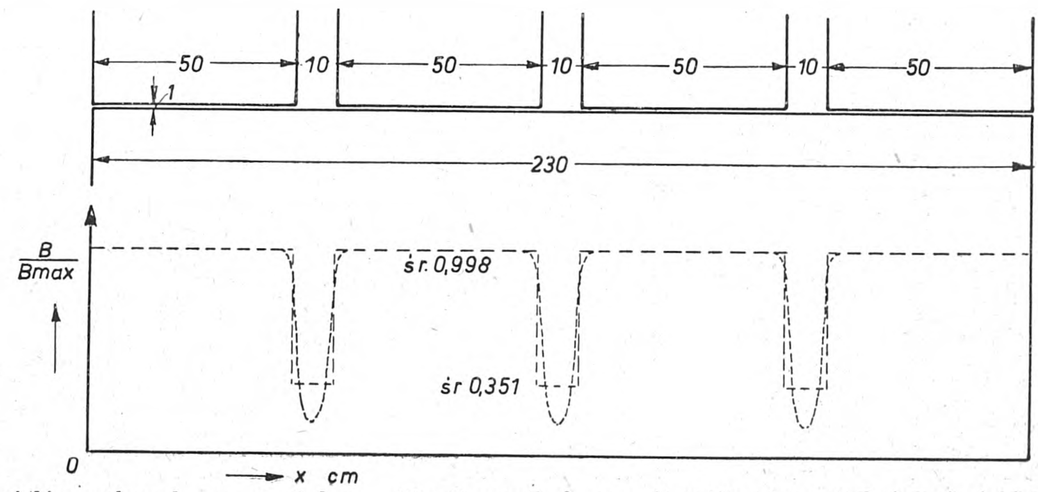
$$l_i \cdot B_{max} = (l - nb)\ \beta \cdot B_{max} + nb\alpha \cdot B_{max}$$

czyli

$$l_i = \beta \cdot l - nb\ (\beta - \alpha) \qquad (21)$$

lub też

$$l_i = \beta \left[l - nb \left(1 - \frac{\alpha}{\beta} \right) \right] \qquad (22)$$



Rys. 11

Współczynnik β na ogół w literaturze technicznej nie jest uwzględniany, aczkolwiek w pewnych wypadkach może wchodzić w rachubę.

W naszym przykładzie $\beta = 0,998$ oraz $\alpha = 0,351$, a zatem

$$l_i = 0,998 \left[23 - 3 \cdot 1 \left(1 - \frac{0,351}{0,998}\right)\right] =$$

$$= 0,998\ [23 - 3 \cdot 0,648] = 0,998\ [23 - 1,944] =$$
$$= 0,998 \cdot 21,056 = 21,014 \text{ cm}.$$

W praktyce najczęściej oblicza się wartość l_i ze wzoru:

$$l_i = l - n \cdot b' \qquad (23)$$

gdzie

$$b' = b \frac{\frac{b}{\delta}}{5 + \frac{b}{\delta}} \qquad (24)$$

W naszym przykładzie $b = 1$ cm, $\delta = 0,1$ cm, zatem

$$b' = \frac{10}{5 + 10} = 0,667 \text{ cm}$$

oraz

$$l_i = 23 - 3 \cdot 0,667 = 21,0 \text{ cm}.$$

Wynik zatem jest zgodny ze wzorami praktycznymi.

5. Wartość metody.

Zaleta metody rozprężeń polega na tym, że daje ona we wszelkich wypadkach, choćby najbardziej skomplikowanych, dobre wyniki, których dokładność zależy tylko od życzenia obliczającego. Metodę tę można stosować do dowolnego rozkładu potencjałów brzegowych, np. do uzwojonych magnesów itp. Metoda nie wymaga żadnej znajomości matematyki wyższej. Metodę rozprężeń łatwo jest kontrolować: zawsze można sprawdzić za pomocą wzoru (11), czy wartości obliczone dla danego węzła są prawdziwe. Przy konstrukcji nowych maszyn, zwłaszcza dla produkcji masowej, metoda rozprężeń daje najlepsze wyniki przy obliczaniu strumieni rozproszenia w porównaniu ze skomplikowanymi wzorami — zresztą przybliżonymi — dotychczas stosowanymi.

LITERATURA

1. C a r t e r F. W.: Note on interpolar and air-gap induction. Journal I. E. E., 1900, str. 925.
2. C a r t e r F. W.: Air-gap induction. Electrical World and Engineer, 1901, str. 884.
3. C a r t e r F. W.: The magnetic field of the Dynamo-Electric Machine. Journal I. E. E., 1926, str. 1115.
4. S o u t h w e l l R. V.: Relaxation-Methods in Engineering Science. Oxford, Clarendon Press, 1940.
5. S o u t h w e l l R. V. & V a i s e y G.: Relaxation Methods applied to Engineering Problems-VIII. Plane Potentials involving specified normal gradients. Proceedings of the Royal Society, 1943, str. 129.
6. F o x L.: Solution by Relaxation Methods of Plane Potential Problems with mixed boundary conditions. Quarterly of Applied Mathematics, 1944, str. 221.
7. M o t z H. & W o r t h y W. D.: Calculation of the magnetic field in Dynamo-Electric Machines by Southwell's Relaxation Method. J. I. E. E., 1945, str. 522.
8. L i w s c h i t z, G a r r i k and W h i p p l e: Electrical Machinery. Van-Nostrand Book Company, New-York, 1946.
9. L i w s c h i t z M.: Die elektrischen Maschinen, tom III, B. G. Teubner, Lipsk, 1934.
10. G u t e n m a c h e r L. I.: Elektriczeskije modieli. Moskwa, 1949. Wydawnictwo Akademii Nauk ZSRR.
11. K o s t i e n k o M. P.: Elektriczeskije maszyny, specjalnaja czast', Moskwa, 1949.
12. G i e r s z g o r i n S. A.: Ob elektriczeskich sjetkach dla pribliżonnowo rieszenia differencjalnowo urawnienia Laplace'a. Żurnał Prikł. Fizyki, 1929, T. IV, str. 3—29.
13. G i e r s z g o r i n S. A.: O pribliżonnom intiegrirowanji urawnienij Laplace'a i Poissona. Izwiestia Leningradzkowo Politiechniczeskowo Instituta. 1927, t. XXX.

DR INŻ. BOLESŁAW DUBICKI
Profesor Politechniki Warszawskiej
(Główny Instytut Elektrotechniki)

Obliczanie trójfazowych transformatorów rdzeniowych

T r e ś ć. Podana jest metoda obliczenia transformatora, która daje przy założonych wielkościach — mocy, napięciu, stratach w miedzi i żelazie, napięciu zwarcia — najmniejszy koszt materiałów czynnych. Przeprowadzona jest analiza wpływu współczynników, przyjętych jako stałe, na wynik obliczenia. Podany jest dodatkowo sposób ujęcia kosztów kadzi i oleju. Przytoczony jest przykład obliczenia transformatora. Omówione są utarte przesłanki stosowane przy obliczaniu transformatorów.

Расчет трехфазных стержневых трансформаторов. Дается метод расчета трансформаторов, который для заданных величин — мощности, напряжения, потерь в меди и железе, напряжения при коротком замыкании — приводит к минимуму стоимости активных материалов. Проанализировано влияние на результат расчета принятых постоянных коэффициентов. Указан способ учета стоимости бака и масла. Приводится пример расчета трансформатора. Обсуждаются обычные предпосылки, из которых исходят при расчете трансформаторов.

Method of calculating three-phase core-type transformers. A method is quoted for transformer calculation which, at given values of power, voltage, copper and iron losses, and short circuit voltage, leads to minimum cost of active materials. The article also contains an analysis of the influence of the constant factors applied on the result of the calculation. Further, a method is advanced which makes provision for the cost of tanks and oil. An example is quoted for transformer calculation, and criteria commonly applied as a basis for transformer calculation are discussed.

1. Wstęp.

Zagadnienie szybkiego określenia wymiarów prawidłowych transformatora od dawna interesuje konstruktorów. W początkach rozwoju elektrotechniki zagadnienie to przedstawiało się najzupełniej ogólnie, a mianowicie: jakie wymiary winien mieć transformator, ile miedzi i żelaza czynnego, jaka winna być sprawność transformatora (jakie straty w miedzi i w żelazie), aby w danych warunkach ruchu był on gospodarczo najkorzystniejszy, tzn. aby jego cena była najniższa, umorzenie i oprocentowanie kapitału były najkorzystniejsze.

Zagadnienie to nie doczekało się w swoim czasie ścisłego rozwiązania, natomiast na podstawie długoletniej praktyki, jak również walki konkurencyjnej fabryk produkujących transformatory, zostały ustalone normy dla sprawności (ściślej dla strat w żelazie i miedzi) najczęściej stosowanych typów transformatorów. W naszych warunkach projekt PNE-201(1947) jest próbą normalizacji transformatorów.

Równocześnie na podstawie długoletniej praktyki ustalono względne napięcie zwarcia poszczególnych typów. To napięcie zwarcia jest dodatkowym warunkiem, który konstruktor musi uwzględnić przy obliczaniu transformatora. Dalszą ważną okolicznością, która wynika z systemu planowej gospodarki materiałami w ramach całego państwa, jest warunek, aby materiały deficytowe z punktu widzenia tej gospodarki były użyte w jak najmniejszej ilości. Takim materiałem przy budowie transformatora jest w naszych warunkach miedź.

Obecnie zatem obliczanie transformatora sprowadza się do określenia najkorzystniejszych wymiarów z punktu widzenia kosztu przy żądanych wymiarach i napięciu zwarcia oraz przy zachowaniu nieodzownej pewności ruchu (nagrzewanie się, izolacja).

Najczęściej stosowany dotychczas sposób obliczania transformatora, np. przez Liwschitza [8], polega na przyjęciu pewnej stałej C, indukcji w rdzeniu, gęstości prądu oraz okładu prądu (amperozwoje na cm) dla rdzenia; stąd wynikają wymiary uzwojenia i żelaza, po czym sprawdza się straty w miedzi i żelazie. Zazwyczaj straty nie odpowiadają wymaganiom, stąd obliczenie wymaga częstych powtarzań i korekt. Dopiero przy końcu obliczenia określa się napięcie zwarcia i sprawdza, czy odpowiada ono warunkom żądanym; również sprawdzenie kosztów materiałów czynnych traktuje się jako drugorzędne i albo pomija się, albo ocenia się na samym końcu. Ponieważ jednak obliczona wartość napięcia zwarcia zgadza się tylko przypadkowo z zadaną, całe obliczenie trzeba przeprowadzać od początku i to najczęściej parokrotnie.

Aby uniknąć wielokrotnego powtarzania obliczenia, szereg autorów podaje równania i wykresy do wyznaczenia odpowiednich wymiarów. Niektórzy z autorów nie wprowadzają napięcia zwarcia do założeń, tylko je sprawdzają, inni nie uwzględniają kosztów materiałów, według większości metod trzeba wykonywać kilkakrotne przeliczenia. Najbardziej zbliżoną do wymagań szybkiego obliczania jest praca Metzlera [12], przebieg obliczenia jest jednak skomplikowany, zwłaszcza przy powiększonym przekroju żelaza jarzma.

Celem niniejszej pracy jest podanie metody jak najprostszej, przy której wyniki otrzymane po pierwszym obliczeniu wymagać będą bardzo małych poprawek.

Ponieważ na wynik obliczania transformatora ma wpływ szereg czynników trudnych do ujęcia analitycznego, ścisłość wyników jest z konieczności ograniczona. Jeżeli konstruktor musi się zgodzić na ten smutny fakt, to ma prawo wymagać, aby metoda obliczenia była na tyle przejrzysta, że można w każdym stadium obliczenia zorientować się, w jakiej fazie obliczenia znajdujemy się. Przejrzystość ta ważna jest specjalnie z punktu widzenia potrzebnych materiałów czynnych, a w szczególności miedzi.

W stosunku do analitycznych metod obliczania szereg autorów np. [10] zachowuje się niechętnie. Istotną tego przyczyną jest fakt, że większość obliczeniowców i konstruktorów to inżynierowie, którzy prawie natychmiast po ukończeniu studiów rozstali się z analizą matematyczną; dla większości jest ona niepotrzebna zwłaszcza wobec ustalonych z dawna recept obliczeniowych. Dlatego też i autorzy nie podają na ogół w podręcznikach tych metod, wolą wysnuwać różne regułki, które, jak to wykazano w rodz. 8 niniejszej pracy, są bardzo często niesłuszne. Ukrywając istotną przyczynę, autorzy podają zazwyczaj następujące powody niestosowania metod analitycznych:

1. Koszt czynnych materiałów transformatora — liczony wraz z odpowiednią robocizną — wynosi około 30—40% kosztu gotowego transformatora, stąd wynikałoby, że oszczędności poczynione na materiałach czynnych gubią się w koszcie całego transformatora. Wydaje się jednak rzeczą słuszną, aby i te drobne oszczędności brać w rachubę, zwłaszcza jeżeli chodzi o zużycie miedzi.

2. Wobec wspomnianego wyżej udziału kosztów materiałów czynnych w cenie transformatora istnieje możliwość, że nieznaczne potanienie materiałów czynnych może spowodować znaczne podrożenie całego transformatora. Wydaje się jednak, że nietrudne jest rozważanie kosztów całkowitych i traktowanie — choćby fragmentarycznie — kosztu materiałów nieczynnych.

3. Nieprzejrzystość dotychczas stosowanych metod nie pozwalała na zorientowanie się przy otrzymaniu jakiegoś konkretnego rozwiązania, w jakiej fazie obliczenia znajdujemy się i czego należy spodziewać się po innych alternatywach. Wadę tę jednak można usunąć przez stosowanie odpowiednich wykresów.

Jak wynika z samej istoty podanego niżej sposobu obliczania transformatorów, może on dotyczyć transformatorów małych i średnich mocy. Przy większych transformatorach straty dodatkowe w miedzi odgrywają już bardzo znaczną rolę i nie dadzą się ująć w prosty sposób, przy transformatorach zaś na wysokie napięcia układ izolacyjny bywa nie dość prosty, aby założenia stałego współczynnika zapełnienia okna mogły być nawet w przybliżeniu zachowane.

Na koniec należy zaznaczyć, że żadna metoda nie może zastąpić doświadczenia obliczeniowego i konstruktorskiego, może je tylko wspomóc i dać oszczędność czasu i pracy umysłowej.

2. Oznaczenia.

a_1, a_2 — wymiary cewek, cm
B_j, B_r — indukcja w jarzmie, rdzeniu, Gs
b — szerokość okna, cm
c_{cu} — cena 1 kg uzwojenia wraz z kosztem robocizny, zł/kg
c_{Fe} — cena 1 kg gotowego żelaza czynnego wraz z robocizną, zł/kg
D — średnica koła opisanego na rdzeniu, cm
E — siła elektromotoryczna jednej fazy, V
f — częstotliwość, okr./sek.
G_{cu}, G_{Fe} — ciężar miedzi, żelaza czynnego, kg
G_{Fej}, G_{Fer} — ciężar jarzma, rdzenia, kg
g — gęstość prądu, A/mm²
h — wysokość okna, cm
I — prąd fazowy, A
K — koszt materiałów czynnych, zł
k_{cu} — współczynnik zapełnienia okna miedzią
k_r — współczynnik powiększenia oporu przy prądzie zmiennym
k_x — współczynnik
k_3 — współczynnik zapełnienia przekroju rdzenia
L_{j1} — długość zastępcza jednego jarzma, cm
L_j — długość zastępcza obu jarzm, cm
L_o — długość zastępcza końcowego odcinka jarzma, cm
L_s — średnia długość linii rozproszenia, cm
l_z — średnia długość zwojów, cm
M — współczynnik
m — stosunek przekroju jarzma do przekroju rdzenia
N — współczynnik
P — moc transformatora (w przybliżeniu moc wewnętrzna), kVA
ΔP_{cu} — straty w miedzi transformatora, W
ΔP_{Fe} — straty w żelazie transformatora, W
Δp_{cu} — jednostkowe straty w miedzi, W/kg przy 1A/mm²
Δp_{Fe} — jednostkowe straty w żelazie, W/kg przy $B = 10\,000$ Gs
Q — współczynnik
R — współczynnik
r — opór uzwojenia, Ω
S_j, S_r — powierzchnia czynna przekroju jarzma, rdzenia, cm²
s — przekrój drutu, mm²
ΔU_x — względne napięcie rozproszenia, %
X_z — opór bierny
x — $\frac{D}{b}$
y — $\frac{h}{b}$
Z — funkcja zmienna proporcjonalna do kosztów materiałów czynnych
z — liczba zwojów
$\delta, \delta'', \delta'''$ — odstępy cewek, cm
$\Delta\vartheta$ — przyrost temperatury uzwojenia, °C
γ_{cu}, γ_{Fe} — ciężar właściwy miedzi, żelaza
Φ — strumień magnetyczny, Mx

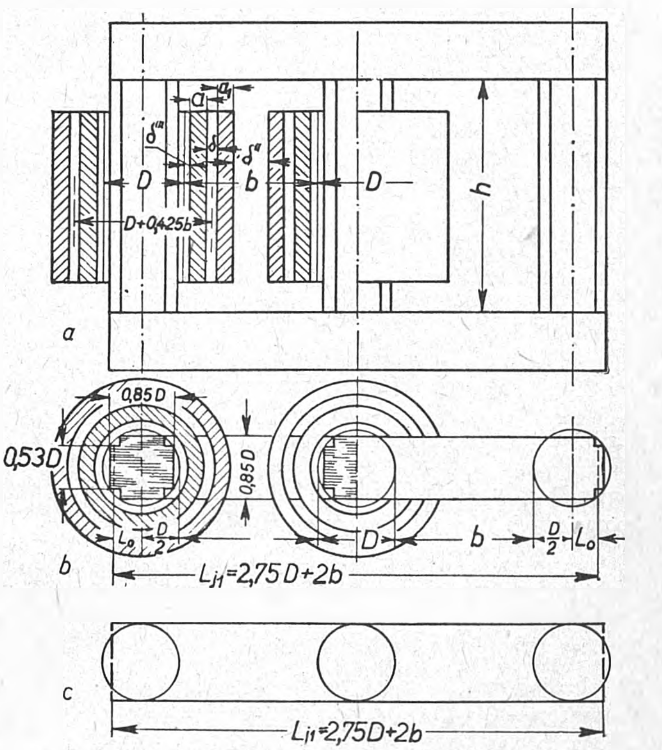
3. Zależność między podstawowymi wymiarami transformatora.

a. Ciężar żelaza czynnego. Ciężar rdzeni:

$$G_{Fer} = 3h \cdot \frac{\pi}{4} \cdot k_3 \cdot D^2 \cdot \gamma_{Fe} \cdot 10^{-3} \text{ (kilogr.)} \quad (1)$$

Ciężar jarzm:

$$G_{Fej} = 2L_{j1} \cdot \frac{\pi}{4} k_3 \cdot D^2 \cdot m \cdot \gamma_{Fe} \cdot 10^{-3} \text{ (kilogr.)} \quad (2)$$



Rys. 1

gdzie m współczynnik powiększenia przekroju jarzma czyli stosunek przekroju jarzma do przekroju rdzenia $m = \frac{S_j}{S_r}$.

Długość jednego jarzma z rys. 1 (rzut b):

$$L_{j1} = 2D + 2b + 2L_o .$$

Zastępczą długość L_0 krańcowego odcinka jarzma dla ogólnie znanego przekroju krzyżowego znajdujemy jako szerokość podstawy prostokąta o powierzchni równej połowie przekroju rdzenia i wysokości równej 0,85 D.

Przekroje rdzenia przy przekroju krzyżowym według rys. 1 b:

$$S_r = 0,53 \cdot D \cdot 0,85D + (0,85D - 0,53D) \cdot 0,53 \cdot D = 0,62D^2,$$

$$L_o = \frac{0,62\ D^2}{2 \cdot 0,85\ D} = 0,365\ D.$$

Dla dowolnego przekroju rdzenia można przyjąć z dostateczną dokładnością:

$$L_o = 0,375\ D.$$

Długość zastępcza obu jarzm:

$$L_j = 2L_{j1} = 2\,(2D + 2b + 2 \cdot 0,375\,D),$$

$$L_j = 5,5D + 4b.$$

Ciężar żelaza czynnego transformatora:

$$G_{Fe} = G_{Fer} + G_{Fej} .$$

Podstawiając odpowiednie wartości z równań (1) i (2) otrzymamy:

$$G_{Fe} = \frac{\pi}{4} k_3 D^2 \gamma_{Fe} \cdot 10^{-3} [3h + m\,(5,5\,D + 4b)]\ \text{(kilogr.)} \quad (3)$$

b. S t r a t y w ż e l a z i e:

$$\Delta P_{Fe} = \Delta p_{Fe} \cdot B_r^2 \cdot G_{Fer} \cdot 10^{-8} + \Delta p_{Fe} \cdot B_j^2 \cdot G_{Fej} \cdot 10^{-8}$$
(watów),

a wobec $m = \frac{B_r}{B_j}$ oraz równań (1) i (2)

$$\Delta P_{Fe} = \Delta p_{Fe} \cdot B_r^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot k_3 \cdot D^2 \cdot \gamma_{Fe} \cdot 10^{-11} \left[3h + \frac{5,5\,D + 4b}{m}\right]$$
(watów) (4)

c. C i ę ż a r m i e d z i. Przekrój miedzi wszystkich zwojów transformatora:

$$\frac{1}{2} \cdot 3 \cdot b\,h\,k_{cu} .$$

Przyjmujemy średnią średnicę zwoju (rys. 1a)

$$l_z = \pi\,(D + 0,425 \cdot b). \quad (5)$$

Ciężar miedzi:

$$G_{cu} = \frac{1}{2} \cdot 3bh \cdot k_{cu} \cdot \pi\,(D + 0,425 \cdot b) \cdot \gamma_{cu} \cdot 10^{-3} ,$$

$$G_{cu} = 4,72 \cdot k_{cu} \cdot \gamma_{cu} \cdot 10^{-3}\,(D + 0,425 \cdot b)\,bh \quad \text{(kilogr.)}. \quad (6)$$

d. S t r a t y w m i e d z i. Dla dowolnego uzwojenia:

$$\Delta P_{cu} = I^2 \cdot r \quad \text{(watów)} ,$$

$$I = g \cdot s \quad \text{(amperów)} ,$$

$$r = k_r \frac{(1 + 0,004\Delta\vartheta) \cdot z \cdot l_z}{5\,700\,s} \quad \text{(omów)},$$

$$G_{cu} = z \cdot l_z \cdot s \cdot \gamma_{cu} \cdot 10^{-5} \quad \text{(kilogr.)} .$$

Z powyższych równań otrzymamy:

$$\Delta P_{cu} = \Delta p_{cu} \cdot g^2 \cdot G_{cu} , \quad (7)$$

gdzie

$$\Delta p_{cu} = k_r \frac{(1 + 0,004\Delta\vartheta) \cdot 10^5}{5700 \cdot \gamma_{cu}} ;$$

przy określonym stanie nagrzania Δp_{cu} jest stałe.

Z wzorów (6) i (7) otrzymujemy:

$$\Delta P_{cu} = 4,72 \cdot k_{cu} \cdot \gamma_{cu} \cdot \Delta p_{cu} \cdot 10^{-3} \cdot g^2\,(D + 0,425b)\,bh \quad \text{(wat.)} \quad (8)$$

e. Z a l e ż n o ś ć m i ę d z y p o d s t a w o w y m i w y m i a r a m i r d z e n i a t r a n s f o r m a t o r a. Moc wewnętrzna transformatora:

$$P = 3EJ \cdot 10^{-3} \quad \text{(kilowoltoamp.)} ;$$

tutaj

$$E = 4,44f \cdot z \cdot \Phi \cdot 10^{-8}; \quad \Phi = B_r \cdot S_r ; \quad S_r = \frac{\pi}{4} k_3 \cdot D^2;$$

$$P = 3 \cdot 4,44 \cdot f \cdot z \cdot \frac{\pi}{4} \cdot k_3 \cdot D^2 \cdot B_r \cdot I \cdot 10^{-11}.$$

Załóżmy, że liczba zwojów uzwojeń pierwotnego i wtórnego jest jednakowa i wynosi z, przekrój zaś drutu wynosi s; wtedy współczynnik zapełnienia okna miedzią będzie:

$$k_{cu} = \frac{4\,z\,s}{100\,bh} .$$

Pomnożywszy licznik i mianownik przez gęstość prądu g otrzymamy wobec tego, że $sg = I$, że s liczone jest w mm, a b, h w cm:

$$k_{cu} = \frac{4\,z \cdot s \cdot g}{100\,b\,h\,g} = \frac{Iz}{25\,bh} .$$

Stąd $\quad Iz = 25 \cdot k_{cu} \cdot bhg . \quad (9)$

Po uwzględnieniu tej zależności i w założeniu, że $f = 50$ okr./sek. otrzymamy

$$P = 1,308 \cdot k_3 \cdot k_{cu} \cdot D^2 \cdot bh \cdot B_r \cdot g \cdot 10^{-7} , \quad (10)$$

Jeżeli równanie (10) podniesiemy do kwadratu i podstawimy w nim B_r^2 i g^2 z równań (4) i (8), to otrzymamy równanie

$$\frac{D + 0,425\,b}{D^2 \cdot b \cdot h} \left[3h + \frac{5,5D + 4b}{m}\right] = N , \quad (11)$$

$$\text{gdzie } N = 0,463 \frac{\Delta P_{Fe} \cdot \Delta P_{cu} \cdot k_{cu} \cdot k_3}{P^2 \cdot \Delta p_{Fe} \cdot \Delta p_{cu} \cdot \gamma_{Fe} \cdot \gamma_{cu}} . \quad (12)$$

Równanie (12) jest słuszne dla grup połączeń zawierających połączenia w gwiazdę i trójkąt; dla połączeń w zygzak ob. wz. (30).

Równanie (11) musi być spełnione dla każdego transformatora o danej mocy P i o zadanych stratach ΔP_{Fe} i ΔP_{cu}; ponieważ mamy tu 3 wielkości zmienne $(D, h$ i $b)$, więc widzimy, że przy powyższych założeniach 2 wielkości, np. D i b, D i h lub b i h, możemy obrać dowolnie, a trzecia będzie tym równaniem jednoznacznie określona.

f. N a p i ę c i e r o z p r o s z e n i a a s z e r o k o ś ć o k n a. Opór bierny rozproszenia dla uzwojenia cylindrycznego według znanego wzoru (ob. np. Podręcznik Inżyniera Elektryka, str 664, wz. 41/5 oraz rys. 41/4 na str. 663):

$$X_z = 7,9\ \frac{f \cdot l_z \cdot z^2}{L_s} \left(\delta + \frac{a_1 + a_2}{3}\right) \cdot 10^{-8} \quad \text{(omów)}$$

(we wzorze tym przyjęto w Podręczniku L_s = wysokości cewki b).

Względne napięcie rozproszenia

$$\Delta U_x = \frac{I \cdot X_z}{E} \cdot 100\% ,$$

$$\Delta U_x = 7,9 \cdot \frac{f \cdot l_z \cdot z^2 \cdot I}{L_s \cdot E} \cdot \left(\delta + \frac{a_1 + a_2}{3}\right) \cdot 10^{-6}\% \quad (13)$$

Jeżeli według rys. 1a przyjmiemy

$$\delta''' = \frac{\delta}{2} ; \ \delta'' = 3\delta,$$

to

$$b = 2a_1 + 2a_2 + 2\delta + \delta'' + 2\delta''' = 2a_1 + 2a_2 + 6\delta = 6\left(\delta + \frac{a_1 + a_2}{3}\right);$$

stąd

$$\delta + \frac{a_1 + a_2}{3} = \frac{b}{6} . \quad (14)$$

Przyjmujemy, że

$$L_s = 0,9h . \quad (15)$$

Moc wewnętrzna transformatora:

$$P = 3EI \cdot 10^{-3} \quad \text{(kilowoltoamp.)} ;$$

stąd

$$E = \frac{P}{3I}\ 10^3, \quad (16)$$

Po podstawieniu do równania (13) wartości z równań (14), (15) i (16) otrzymamy

$$\Delta U_x = 7{,}9 \cdot \frac{3}{6} \cdot \frac{1}{0{,}9} \cdot \frac{f \cdot l_z \cdot I^2 \cdot z^2 \cdot b}{P \cdot h} \cdot 10^{-9}\% . \quad (17)$$

Po podstawieniu wartości Iz z wzoru (9) otrzymamy:

$$\Delta U_x = 7{,}9 \cdot \frac{3 \cdot 25}{6 \cdot 0{,}9} \cdot \frac{g^2 \cdot f \cdot l_z \cdot k_{cu}{}^2 \cdot b^2 \cdot h^2 \cdot b}{P \cdot h} \cdot 10^{-9} . \quad (18)$$

Podstawiając do wzoru (7) wartość:

$$G_{cu} = 3 \cdot l_z \cdot k_{cu} \cdot \frac{bh}{2} \cdot \gamma_{cu} \cdot 10^{-3},$$

otrzymujemy:

$$\Delta P_{cu} = 3 \cdot \Delta p_{cu} \cdot g^2 \cdot k_{cu} \cdot \frac{bh}{2} \cdot \gamma_{cu} \cdot 10^{-3} \cdot lz;$$

stąd

$$l_z = \frac{2 \cdot \Delta P_{cu}}{3 \cdot \Delta p_{cu} \cdot g^2 \cdot k_{cu} \cdot b \cdot h \cdot \gamma_{cu}} \cdot 10^3 .$$

Po podstawieniu tej wartości do równania (18) otrzymamy:

$$\Delta U_x = 1830 \cdot 10^{-6} \, \frac{f \cdot k_{cu} \cdot \Delta P_{cu}}{P \cdot \Delta p_{cu} \cdot \gamma_{cu}} \cdot b^2 ;$$

stąd

$$b = 23{,}4 \sqrt{\frac{\Delta U_x \cdot P \cdot \Delta p_{cu} \cdot \gamma_{cu}}{f \cdot k_{cu} \cdot \Delta P_{cu}}} . \quad (19)$$

Jeżeli we wzorze (14) zamiast 6 napiszemy ogólnie k_x to wzór (19) przybiera postać

$$b = 9{,}54 \sqrt{\frac{\Delta U_x \cdot P \cdot \Delta p_{cu} \cdot \gamma_{cu} \cdot k_x}{f \cdot k_{cu} \cdot \Delta P_{cu}}} ,$$

a przy f = 50 okr./sek.

$$b = 1{,}35 \sqrt{\frac{\Delta U_x \cdot P \cdot \Delta p_{cu} \cdot \gamma_{cu} \cdot k_x}{k_{cu} \cdot \Delta P_{cu}}} . \quad (20)$$

Widać stąd, że przy znanych podstawowych założeniach transformatora ΔU_x, P i ΔP_{cu} szerokość b jest jednoznacznie określona. Wzór (20) jest słuszny dla grup połączeń zawierających połączenia w gwiazdę i trójkąt, dla połączeń w zygzak ob. wz. (29).

Równania (20) i (11) ustalają wymiary transformatora o tyle, że b jest już określone, a tylko jeden z dwóch pozostałych wymiarów rdzenia D lub h może być dowolnie obrany. Pozostały ten wymiar może być jednoznacznie określony przez warunek na osiągnięcie minimum kosztów materiałów czynnych transformatora.

4. Wymiary transformatora przy najmniejszym koszcie materiałów czynnych.

Koszt czynnych materiałów transformatora:

$$K = c_{cu} \cdot G_{cu} + c_{Fe} \cdot G_{Fe} = c_{Fe} \left(\frac{c_{cu}}{c_{Fe}} \cdot G_{cu} + G_{Fe} \right) .$$

Po podstawieniu na G_{cu} i G_{Fe} wartości z równań (6) i (3) otrzymamy, że

$$K = c \cdot Z,$$

czyli koszt czynnych materiałów transformatora jest proporcjonalny do funkcji Z, gdzie

$$c = \frac{\pi}{4} c_{Fe} \cdot k_3 \cdot \gamma_{Fe} \cdot 10^{-3}$$

jest wartością stałą, a

$$Z = Q \cdot (D + 0{,}425b)bh + D^2 [3h + m\,(5{,}5\,D + 4b)] ; \quad (21)$$

tutaj

$$Q = 6 \frac{c_{cu} \cdot k_{cu} \cdot \gamma_{cu}}{c_{Fe} \cdot k_3 \cdot \gamma_{Fe}} . \quad (22)$$

Mamy zatem następujące równania:

$$Z = Q \cdot (D + 0{,}425b)\, bh + D^2 [3h + m\,(5{,}5D - 4b)], \quad (21)$$

$$Q = 6 \frac{c_{cu} \cdot k_{cu} \cdot \gamma_{cu}}{c_{Fe} \cdot k_3 \cdot \gamma_{Fe}} , \quad (22)$$

$$b = 1{,}35 \sqrt{\frac{\Delta U_x \cdot P \cdot \Delta p_{cu} \cdot \gamma_{cu} \cdot k_x}{k_{cu} \cdot \Delta P_{cu}}} , \quad (20)$$

$$\frac{D + 0{,}425b}{D^2 \cdot b \cdot h} \left[3h + \frac{5{,}5D + 4b}{m} \right] = N . \quad (11)$$

Z trzech wymiarów rdzenia szerokość okna b określona jest równaniem (20). Pozostałe wymiary rdzenia D i h otrzymamy z warunku na minimum wyrażenia Z, traktowanego jako funkcja D i h, przy czym D związana jest z h równaniem (11).

Oznaczamy:

$$x = \frac{D}{b} ; \quad y = \frac{h}{b} ; \quad R = Nb^2 . \quad (23)$$

Otrzymujemy: z równania (21)

$$Z = Q(x + 0{,}425)y + x^2 [3y + m(5{,}5x + 4)], \quad (24)$$

z równania (11)

$$y = \frac{1}{m} \, \frac{(x + 0{,}425)\,(5{,}5\,x + 4)}{Rx^2 - 3\,(x + 0{,}425)} . \quad (25)$$

Po podstawieniu y z równania (25) do (24) i przyrównaniu pochodnej $\frac{dZ}{dx}$ do zera otrzymamy warunek na minimum Z, czyli na minimum kosztów transformatora:

$$\begin{aligned} & 16{,}5\, m^2 \cdot R^2 \cdot x^6 + \\ & + (33\,R - 99\, m^2\, R + 8\, m^2 R^2) \cdot x^5 + \\ & + (5{,}5\, R\, Q + 19\, R - 90{,}2\, m^2\, R - 148{,}5 + 148{,}5\, m^2) \cdot x^4 + \\ & + (198{,}15\, m^2 - 198{,}15 - 33\, Q - 20{,}41\, m^2\, R) \cdot x^3 + \\ & + (88\, m^2 - 88 - 47{,}162\, Q - 4{,}4 \cdot R\, Q) \cdot x^2 + \\ & + (13m^2 - 13 - 22{,}125\, Q - 1{,}445\, R\, Q)\, x - \\ & - 3{,}45Q = 0 \end{aligned} \quad (26)$$

Równanie powyższe zostało rozwiązane dla wartości m, Q i R najczęściej zdarzających się w praktyce; wyniki podają krzywe na rys. 2 i 3. Rys. 2 podaje w zależności od Q i R wartości $x = \frac{D}{b}$, dla których osiąga się minimum kosztów transformatora czyli rozwiązanie równania (26); rys. 3 przedstawia zależność według równania (25) czyli związek między wymiarami D i h.

5. Przebieg obliczenia transformatora.

Dane: moc transformatora P w kVA, napięcie górne i dolne, układ połączeń, straty w żelazie ΔP_{Fe}, straty w miedzi ΔP_{cu}, ΔU_z napięcie zwarcia, ciężar właściwy żelaza $\gamma_{Fe} = 7{,}6$ i miedzi $\gamma_{cu} = 8{,}9$.

Przyjmuje się: straty jednostkowe w żelazie Δp_{Fe}, to samo w miedzi Δp_{cu}, ustrój przekroju rdzenia (liczba stopni), a stąd współczynnik przekroju k_3, współczynnik powiększenia przekroju jarzma m, współczynnik zapełnienia okna k_{cu}, współczynnik k_x.

Zwykle transformator posiada zaczepy w uzwojeniu wysokiego napięcia, dające możność regulacji napięcia o $\pm$ 5%. Wzory podstawowe wyprowadzone są dla liczby zwojów zaczepu pośredniego. Możliwość pomieszczenia dodatkowych 5% dla zaczepu wyższego napięcia musi być uwzględniona przez dobór odpowiedniego współczynnika zapełnienia okna.

Oblicza się: ze wzoru (20) — szerokość okna b,
" " (12) — N,
" " (23) — R,
" " (22) — Q.

Z krzywej rys. 2 dla danych Q, m i R, określa się x, a stąd $D = b \cdot x$.

Dla ułatwienia odczytywania z krzywych wykres z rys. 2 przerysowany jest na rys. 4 z tą zmianą, że odciętą jest R.

Znając wartość x, określamy y ze wzoru (25) lub z rys. 3. W ten sposób określone są wymiary żelaza.

Z równań (8) i (23) określimy gęstość prądu

$$g = \sqrt{\frac{\Delta P_{cu}}{\Delta p_{cu} \cdot 4{,}72 \cdot k_{cu} \cdot \gamma_{cu}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{b^3}} \cdot \frac{1}{\sqrt{(x + 0{,}425)\, y}}$$

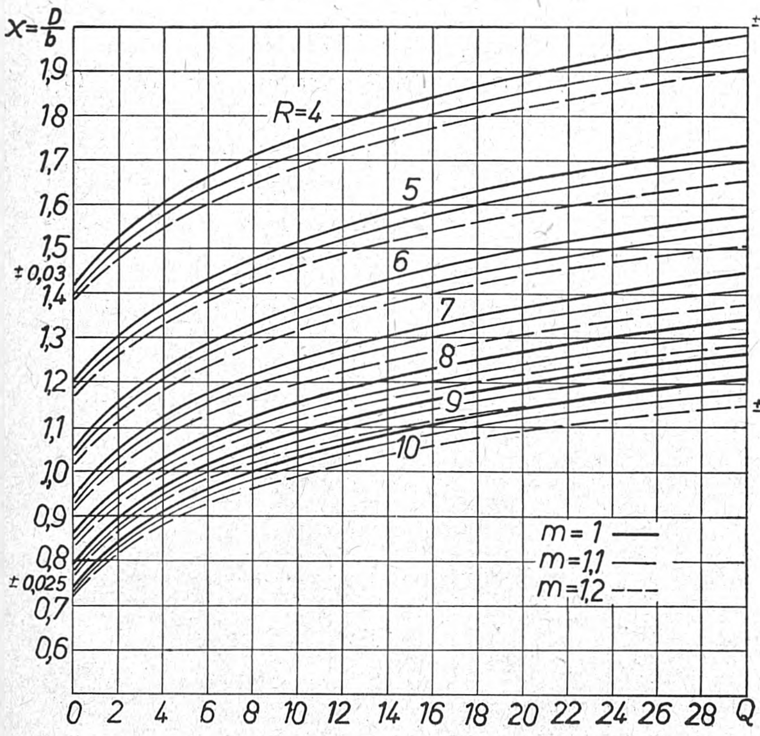
(amp./mm²), (27)

z równań (4) i (23) — indukcję w rdzeniu

$$B_r = \sqrt{\frac{\Delta P_{Fe}}{\pi/4 \cdot \Delta p_{Fe} \cdot k_3 \cdot \gamma_{Fe} \cdot 10^{-11}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{b^3}} \cdot \frac{1}{x\sqrt{3y + \frac{5{,}5\,x+4}{m}}} \text{ (gausów).} \qquad (28)$$

6. Analiza założeń poczynionych przy wyprowadzaniu wzorów i ich wpływ na wyniki.

Jak widać z naszkicowanego przebiegu obliczenia oraz z podanego niżej przykładu przebieg obliczenia jest prosty; korekty mogą dotyczyć tylko szczegółów bardziej związa-



Rys. 2

nych z konstrukcją. Należy jednak rozpatrzyć, w jaki sposób poczynione przy wyprowadzaniu wzorów główniejsze założenia mogą wpływać na bieg obliczeń i ich wyniki.

a. Średnia długość zwoju. Według wzoru (5)

$$l_z = \pi\,(D + 0{,}425\,b)\,.$$

Ponieważ współczynnik 0,425 nie może się ściśle stosować do wszystkich transformatorów, należy rozpatrzyć jak odstępstwo od tej wielkości wpływa na podstawowe zależności. Współczynnik ten może na ogół wahać się w granicach od 0,375 do 0,475. Dla tych skrajnych wartości zostały wykonane obliczenia, z których wynika ewentualna korekta, zaznaczona schematycznie na rys. 2. Przy wartości współczynnika 0,375 należy wartości x odczytane z rys. 2 przy danych Q i R i m, obniżać w granicach podanych.

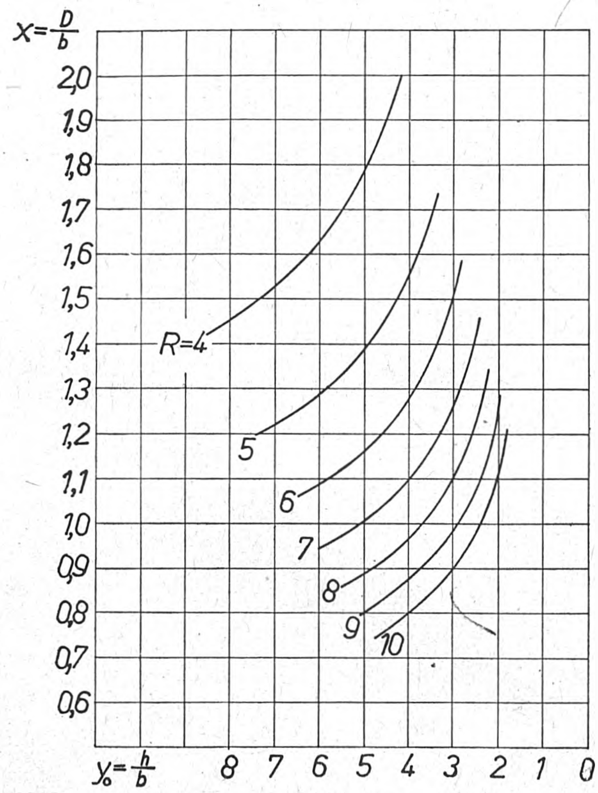
Podobnie dla współczynnika 0,475 należy podwyższać x. Krzywa z rys. 3 dotyczy również współczynnika 0,425. Dla innych wartości tego współczynnika należy korzystać ze wzoru (25). W ten sposób można skorygować wpływ średniej długości zwoju.

b. Współczynnik k_x. Współczynnik k_x we wzorze (20) wpływa na szerokość okna; wielkość ta, jak wynika ze sposobu wyprowadzenia wzoru (14), zależna jest od wartości odstępów δ'' oraz δ''' i waha się w granicach 5,5—6,5. Na ogół można przyjąć $k_x = 6$, lecz przy przeliczeniach już raz obliczonych transformatorów, gdy chodzi o obliczenie bardziej ściśle, należy tę wielkość obliczyć z danych już wymiarów poprzednio obliczonego transformatora, jak to zrobiono w przykładzie.

c. Współczynnik zapełnienia okna miedzią. Współczynnik zapełnienia przyjęty został przy wyprowadzaniu wzorów jako wielkość stała. Ta okoliczność jest zawsze traktowana jako poważny zarzut przeciw analitycznym rozważaniom przy obliczaniu transformatorów (ob. m. inn. Vidmar — Der kupferarme Transformator, 1935, str. 3).

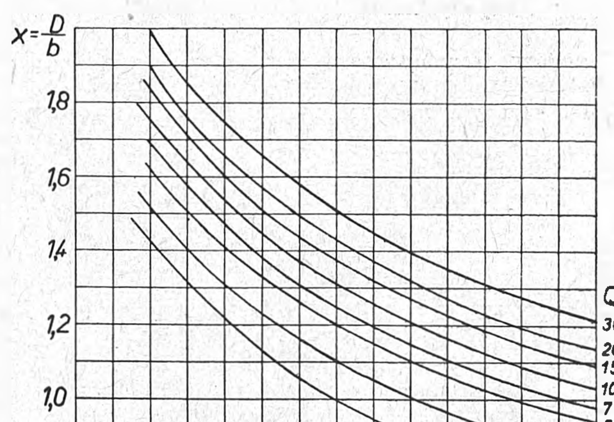
Aby tę sprawę zbadać i aby stwierdzić, czy rzeczywiście wpływ współczynnika zapełnienia jest tak znaczny, wykonano dla podanego niżej przykładu transformatora konkretne obliczenia ze szczegółowym doborem liczby zwojów, przekrojów miedzi itp. przy różnych wartościach c_{cu}/c_{Fe}.

Z obliczeń tych w założeniu, że rodzaj izolacji jest ten sam i odstępy między uzwojeniami oraz uzwojeń od żelaza są te same, otrzymano potrzebne współczynniki zapełnie-



Rys. 3

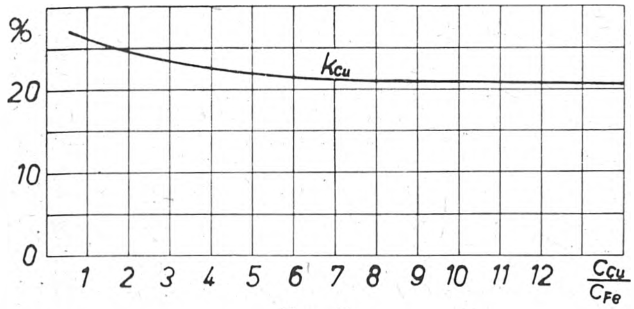
nia, które podane są w postaci krzywej na rys. 5. Z krzywej tej widać, że dla przytaczanego przykładu transfor-



Rys. 4

matora współczynnik zapełnienia zmienia się bardzo nieznacznie w funkcji c_{cu}/c_{Fe}. Spowodowane to jest tym, że w miarę wzrostu c_{cu}/c_{Fe} maleją wprawdzie ciężar miedzi

i przekroje, ale z drugiej strony wzrasta strumień, jak to widać z wykresów, a stąd maleje liczba zwojów, zatem procentowy udział izolacji wzrasta w rezultacie nieznacznie. Dla transformatorów większych mocy niż podany w przykładzie krzywa współczynnika zapełnienia przebiegać będzie bardziej poziomo. Natomiast przy wyższych na-



Rys. 5

pięciach bardziej pochyło. Ze względu zatem na małą zmienność współczynnika zapełnienia w funkcji c_{cu}/c_{Fe} uzasadnione jest traktowanie go w rozważaniach analitycznych jako wielkość stałą, licząc się z tym, że przy szczegółowym obliczeniu korekty mogą być nieznaczne.

Jeżeli wykonywa się obliczenie transformatora po raz pierwszy, bez oparcia o rozwiązany już raz transformator o tych samych lub zbliżonych danych, to trzeba dla oceny współczynnika zapełnienia wykonać obliczenie wstępne.

1) $$\Delta P_{cu} = I^2 r_1 + I^2 r_2 = I^2 (r_1 + r_2),$$

$$I = g\, s,$$

$$r_1 + r_2 = \frac{1 + 0{,}004 \cdot \Delta\vartheta}{5700\, s} (z_1 \cdot l_{z1} + z_2 \cdot l_{z2}),$$

$$G_{cu} = (z_1 \cdot l_{z1} + z_2 \cdot l_{z2}) \cdot s \cdot \gamma_{cu} \cdot 10^{-5}.$$

Jeżeli zatem przyjmiemy, że gęstość prądu w obu uzwojeniach jest jednakowa, to tutaj również jak i poprzednio słuszne będzie równanie (7):

$$\Delta P_{cu} = \Delta p_{cu} \cdot g^2 \cdot G_{cu}.$$

2) Sprawdźmy równanie (9):

$$k_{cu} = \frac{2zs + 2 \cdot 1{,}15\, zs}{100\, bh} = \frac{4{,}3\, zs}{100\, bh},$$

$$k_{cu} = \frac{4{,}3\, z \cdot s \cdot g}{100\; b\; h\; g} = \frac{4{,}3 \cdot Iz}{100\; b\; h\; g}.$$

Stąd równanie (9) zmieni się:

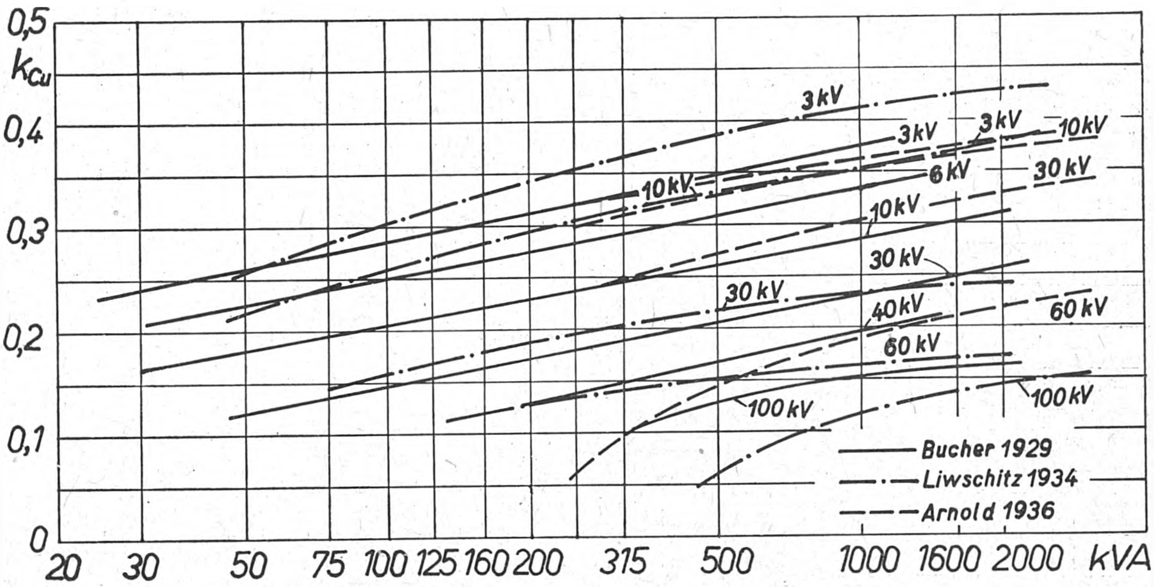
$$Iz = 23{,}3 \cdot k_{cu} \cdot bhg;$$

w związku z tym zmieni się również i równanie (20)

$$b = 1{,}45 \sqrt{\frac{\Delta U_x \cdot P \cdot \Delta p_{cu} \cdot \gamma_{cu} \cdot k_x}{k_{cu} \cdot \Delta P_{cu}}}. \qquad (29)$$

Również zmieni się wzór (10):

$$P = 1{,}22 \cdot k_3 \cdot k_{cu} \cdot D^2 \cdot b \cdot h \cdot B_r \cdot g \cdot 10^{-7}.$$



Rys. 6

Rys. 6 przedstawia zestawienie współczynników zapełnienia podawanych w literaturze. Widać już choćby z tego rysunku, że współczynnik ten zmieniać się może bardzo znacznie dla tych samych transformatorów.

7. Korzystanie z wzorów przy układzie połączeń Yz.

Przy układzie Yy i Dd stosunek zwojów uzwojeń pierwotnego i wtórnego, przy równych napięciach górnych i dolnych, jest równy 1. Również układy Dy i Yd dadzą się sprowadzić do jednakowego połączenia uzwojenia pierwotnego i wtórnego, przy stosunku zwojów równym 1, gdyż uzwojenie połączone w trójkąt, po przeliczeniu na gwiazdę, posiada na fazę $\sqrt{3}$ razy mniej zwojów, za to przekrój $\sqrt{3}$ razy większy, w sumie ten sam ciężar miedzi. Dlatego też wzory wyprowadzone poprzednio stosuje się do tych 4 układów połączeń, należy tylko odpowiednio przyjmować współczynnik zapełnienia okna.

Natomiast przy układzie Yz, przy tych samych napięciach pierwotnym i wtórnym, liczby zwojów uzwojenia pierwotnego (Y) i wtórnego (z) mają się do siebie jak 1:1,15. Dlatego też niektóre wzory muszą ulec modyfikacji.

Po przeróbkach otrzymamy takie samo równanie jak (11), zmieni się tylko N:

$$N = 0{,}402 \frac{\Delta P_{Fe} \cdot \Delta P_{cu} \cdot k_{cu} \cdot k_3}{P^2 \cdot \Delta p_{Fe} \cdot \Delta p_{cu} \cdot \gamma_{Fe} \cdot \gamma_{cu}}. \qquad (30)$$

8. Sprawdzenie utartych przesłanek stosowanych przy obliczaniu transformatora.

a) Koszt miedzi transformatora ma być równy kosztowi żelaza czynnego (ob. Vidmar. Transformatorenbau, II wyd., 1925, str. 394).

Powinnoby zatem być

$$c_{cu} \cdot G_{cu} = c_{Fe} \cdot G_{Fe}.$$

Po uwzględnieniu równań (3), (6), (22) i (23) otrzymamy:

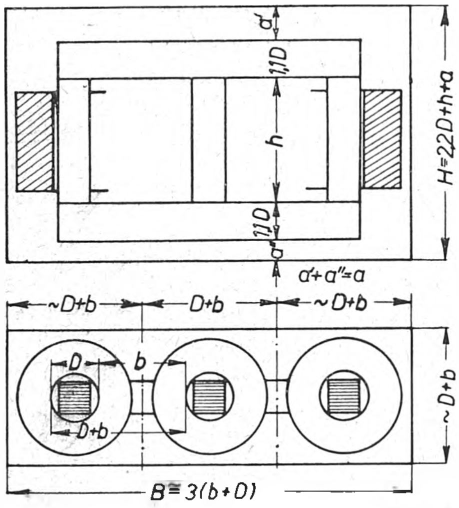
$$Q\,(x + 0{,}425)\, y - x^2\, [3y + m\,(5{,}5\, x + 4)] = 0.$$

Po podstawieniu wartości na y z równania (25) otrzymamy

$$m^2 Rx^4 + 3\, x^2 (x + 0{,}425)\,(1 - m^2) - Q\,(x + 0{,}425)^2 = 0. \qquad (31)$$

Jeżeliby warunek równych kosztów miedzi i żelaza miał dawać minimum kosztów transformatora, to równania

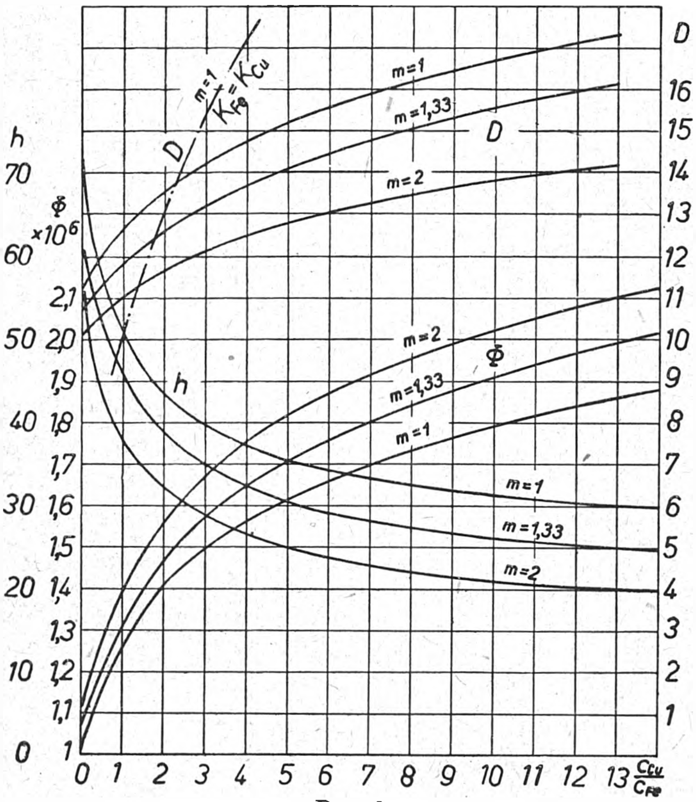
(31) oraz (26) musiałyby mieć wspólne rozwiązania. Tak jednak nie jest. Równanie (31) zostało rozwiązane w przykładzie rozpatrywanym dalej, dla przypadku $m = 1$, a wynik podany jest wykreślnie na krzywej rys. 8.



Rys. 7

To, że powyższy warunek równości kosztów nie jest ogólnie słuszny, udowadnia również Metzler [12].

b) S u m a d ł u g o ś c i r d z e n i m a b y ć r ó w n a s u m i e d ł u g o ś c i j a r z m (Vidmar. Der kupferarme Transformator, 1935, str. 51). Powinnoby zatem być według p. 3a:



Rys. 9

$$3h = 5{,}5\,D + 4b,$$

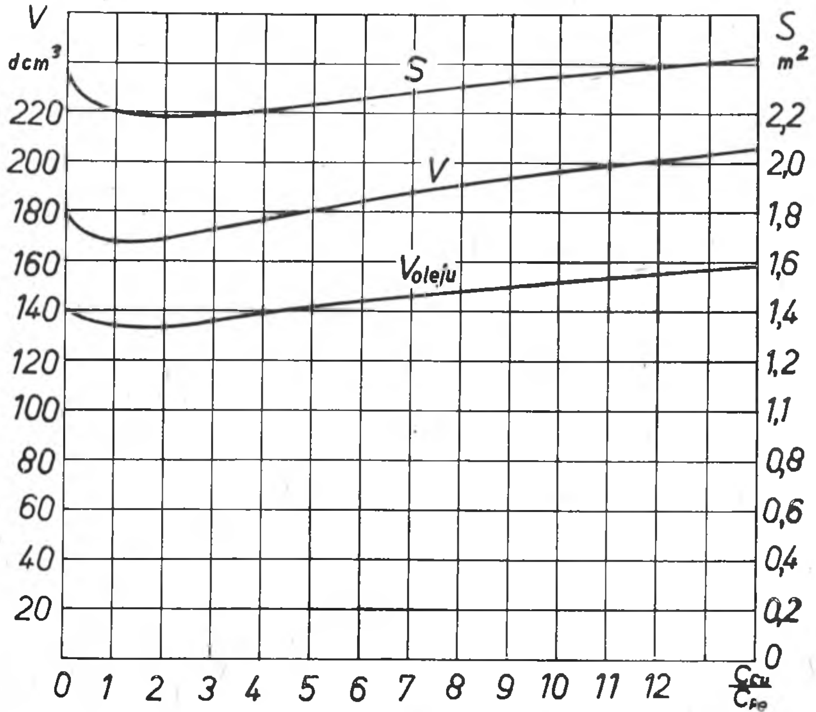
lub według równania (23):

$$3y - 5{,}5\,x - 4 = 0\,;$$

uwzględniając równanie (25):

$$mRx^2 - 3\,(1 + m)\,x - 1{,}275\,(m + 1) = 0\,. \qquad (32)$$

Ponieważ równanie powyższe nie zawiera Q, to otrzymamy



Rys. 8

dla różnych stosunków jednostkowych cen miedzi i żelaza tę samą wartość na x, a więc równość sumy długości rdzeni i długości jarzm daje minimum kosztów tylko dla jednej wartości x i y (patrz dalej przykład liczbowy).

c) S t r a t y w ż e l a z i e j a r z m m a j ą b y ć r ó w n e s t r a t o m w ż e l a z i e r d z e n i (Vidmar. Transformatorenbau, str. 399). Powinnoby zatem być według p. 3b:

$$\Delta p_{Fe} \cdot B_r^2 \cdot G_{Fer} \cdot 10^{-8} = \Delta p_{Fe} \cdot B_j^2 \cdot G_{Fej} \cdot 10^{-8}\,;$$

po przekształceniu otrzymamy:

$$3\,mh = 5{,}5\,D + 4b \qquad (33)$$

lub

$$3\,my = 5{,}5x + 4.$$

Wynik jest podobny jak w rozważanym poprzednio warunku, a dla $m = 1$ jest identyczny.

d) S t o s u n e k k o s z t u ż e l a z a c z y n n e g o d o k o s z t u m i e d z i m a b y ć r ó w n y s t o s u n k o w i s t r a t w m i e d z i d o s t r a t w ż e l a z i e (Vidmar. Die Transformatoren, str. 405):

$$\frac{c_{Fe} \cdot G_{Fe}}{c_{cu} \cdot G_{cu}} = \frac{\Delta P_{cu}}{\Delta P_{Fe}}\,;$$

warunek ten prowadzi do równania podobnego jak w przypadku a), a mianowicie:

$$m^2 \cdot Rx^4 + 3x^2\,(1 - m^2)\,(x + 0{,}425) - Qq\,(x + 0{,}425)^2 = 0. \qquad (34)$$

Również i ten warunek nie daje minimum kosztów.

Jak widać z powyższych rozważań, spotykane często w obliczeniach transformatorów przesłanki, mające prowadzić do najkorzystniejszego doboru wymiarów transformatora, nie mają przy ściślejszym obliczeniu znaczenia.

9. Koszty kadzi i oleju.

Koszty te zależą w znacznym stopniu od konstrukcji, a w szczególności od tego, czy kadź jest z blachy falistej, czy też posiada wzmożone chłodzenie rurowe. Dobrze jest jednak zorientować się przynajmniej, w jaki sposób ciężary kadzi i oleju zmieniają się przy zmianie materiałów czynnych. W tym celu przyjmiemy, że kadź będzie miała kształt prostopadłościanu, jak to pokazano na rys. 7.

Objętość prostopadłościanu:

$$V = 3\,(b + D)^2 \cdot (2{,}2\,D + h + a)\,. \qquad (35)$$

Całkowita powierzchnia:

$$S = 6\,(b + D)^2 + 8(b + D)\,(2{,}2\,D + h + a)\,. \qquad (36)$$

Ciężar kadzi przyjmować będziemy jako wprost proporcjonalny do całkowitej powierzchni. Przy ściślejszym obliczeniu należałoby uwzględnić, za pomocą współczynnika, powiększenie bocznych powierzchni ze względu na sfalowanie lub orurowanie oraz różnicę w grubości powierzchni bocznych i den, nie mówiąc już o konstrukcji wzmacniającej.

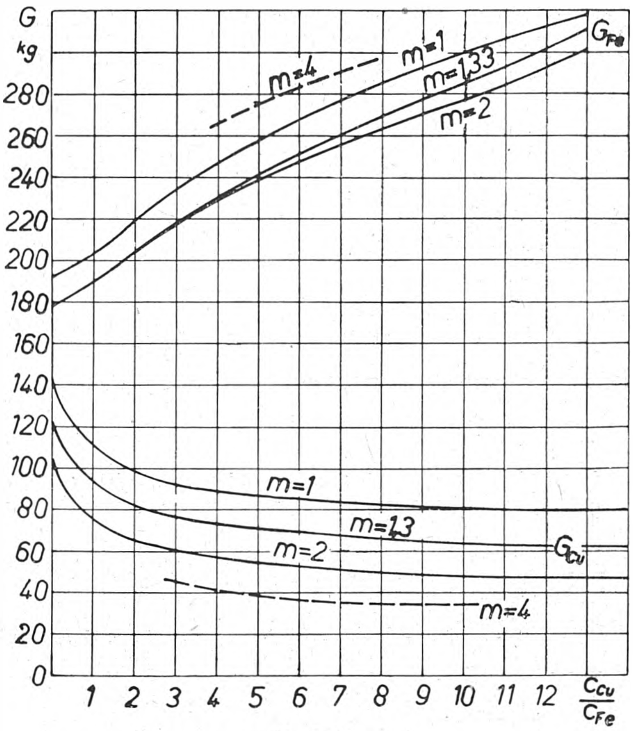
Objętość oleju obliczymy jako różnicę objętości kadzi i objętości materiałów czynnych (żelaza i miedzi). Tutaj przy ścisłym obliczeniu należałoby uwzględnić istotną objętość przy powierzchniach bocznych, sfalowanych lub orurowanych, oraz objętość materiałów izolacyjnych, klocków drewnianych itp.

Przybliżone obliczenie zostało wykonane dla przykładu transformatora podanego w następnym rozdziale (w założeniu, że a = 25 cm); wyniki obliczenia podaje rys. 8.

Mając ceny jednostkowe dla kadzi oraz oleju możemy odpowiednie koszty ująć wspólnie z ogólnymi rozważaniami.

10. Przykład obliczenia transformatora.

Dane transformatora jak w „Podręczniku Inż. Elektr.“, str. 827 i rys. 128/1: 75 kVA, 15000/380/220 V, Yz5; we-



Rys. 10

dług wyników obliczenia

$\Delta P_{Fe} = 525$ W, $\Delta U_r = 2{,}47\%$, $\Delta P_{cu} = 1875$ W,

$\Delta U_z = 4{,}15\%$, $\Delta U_x = 3{,}33\%$, $\Delta p_{Fe} = 1{,}552$ W/kg, $\Delta p_{cu} = 2{,}56$ W/kg,

$k_3 = 0{,}782$, $k_{cu} = 0{,}235$, $\gamma_{Fe} = 7{,}6$, $\gamma_{cu} = 8{,}9$, $m = 1{,}33$.

Z rys. 128/1 Podr. Inż. Elektr.: b = 123 mm,

$$\delta + \frac{a_1 + a_2}{3} = 9 + \frac{12{,}5 + 25}{3} = 21{,}5\text{mm}.$$

Współczynnik k_x we wzorze (29): $k_x = \frac{123}{21{,}5} = 5{,}72.$

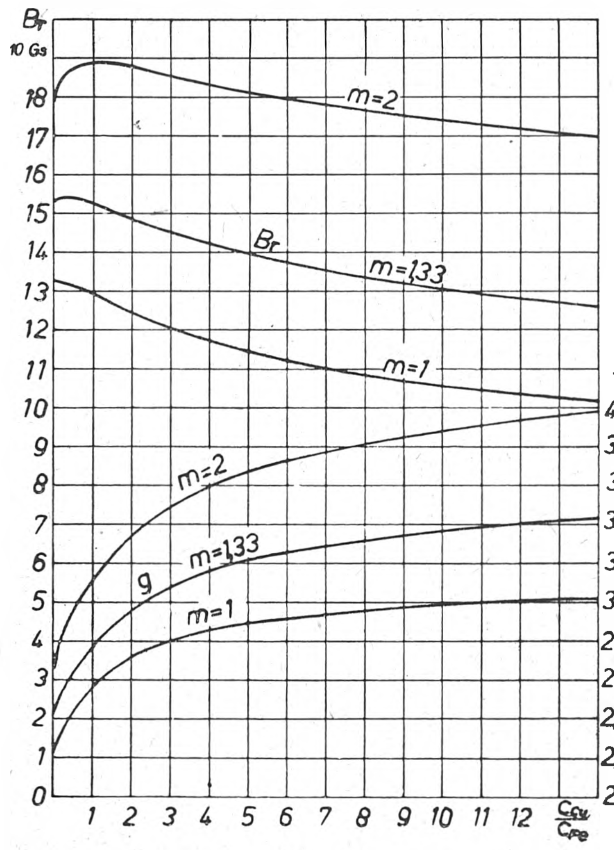
Sprawdzamy według wzoru (29) dla układu Yz

$$b = 1{,}45 \sqrt{\frac{3{,}33 \cdot 75 \cdot 2{,}56 \cdot 8{,}9 \cdot 5{,}72}{0{,}235 \cdot 1875}} = 12{,}45 \cong 12{,}3 \text{ cm}.$$

Z równania (30)

$$N = 0{,}402\,\frac{525 \cdot 1875 \cdot 0{,}235 \cdot 0{,}782}{75^2 \cdot 1{,}552 \cdot 2{,}56 \cdot 7{,}6 \cdot 8{,}9} = 0{,}0482.$$

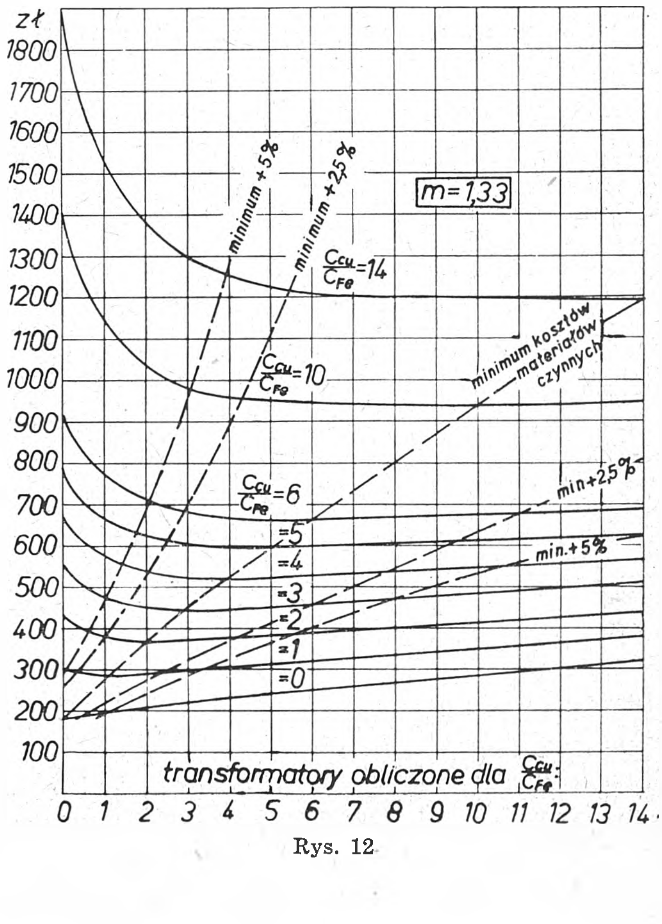
Z równania (23) $R = N \cdot b^2 = 0{,}0482 \cdot 12{,}3^2 = 7{,}3$.



Rys. 11

Dla różnych wartości stosunku ceny jednostkowej miedzi do żelaza, np. dla $\frac{c_{Cu}}{c_{Fe}}$ = 6, obliczamy ze wzoru (22):

$$Q = 6 \cdot \frac{6 \cdot 0{,}235 \cdot 8{,}9}{1 \cdot 0{,}782 \cdot 7{,}6} = 12{,}72.$$



Rys. 12

Z krzywej rys. 2 określamy dla $R = 7{,}3$ i $Q = 12{,}72$ przy $m = 1{,}33$, $x = 1{,}175$, następnie z krzywej rys. 3

$$y_o = 3{,}13;\ y = \frac{y_o}{m} = \frac{3{,}13}{1{,}33} = 2{,}355.$$

Obliczamy $D = x.b = 1{,}175.12{,}3 = 14{,}45$ cm; $h = y.b = 2{,}355.12{,}3 = 29$ cm.

Z równania (6) $G_{cu} = 69$ kg; z równania (3) $G_{Fe} = 251$ kg.

Z równania (27) $g = 3{,}26$ A/mm²; z równania (28) $B_r = 13770$ Gs; znając średnicę D, współczynnik zapełnienia przekroju oraz B_r określamy $\Phi = 1{,}762.10^6$ Mx.

Obliczając podobnie dla różnych wartości c_{cu}/c_{Fe} oraz dla stosunku przekrojów jarzma i rdzenia $m = 1{,}33$ i $m = 1$, otrzymamy wyniki podane na rys. 9, 10 i 11. Z rysunków tych łatwo odnaleźć, że przykład podany w Podr. Inż. Elektr. odpowiada $c_{cu}/c_{Fe} \cong 2{,}5$.

Wykresy na rys. 9, 10 i 11 podają dane charakterystyczne różnych wykonań transformatorów; wszystkie posiadają tę samą moc, straty, zapełnienie okna miedzią i przekroju rdzenia żelazem, oraz tę samą szerokość okna b, aby w myśl równania (29) mogły mieć to samo napięcie zwarcia, lecz każdy z transformatorów posiada najmniejszy koszt materiałów czynnych przy innym stosunku cen jednostkowych.

Załóżmy teraz, że stosunek cen jednostkowych materiałów czynnych jest stały i wynosi np. $c_{cu}/c_{Fe} = 6$, i porównajmy koszt wszystkich transformatorów, obliczonych dla różnych stosunków cen, przy tym danym c_{cu}/c_{Fe}. Załóżmy przy tym, że cena czynnego żelaza $c_{Fe} = 1$ zł/kg. Otrzymamy dla różnych cen wykresy na rys. 12. Widać, że krzywe przebiegają bardzo płasko. Ceny transformatorów, które zostały obliczone dla c_{cu}/c_{Fe} wahających się w granicach około 50—150%, nie są większe od ceny minimalnej więcej niż o 2,5%.

Ponieważ jednak stosunek cen jednostkowych może się dla danego typu transformatora znacznie zmieniać, zarówno ze względu na wahania cen materiałów, jak i robocizny, korzystne jest obliczać transformatory na minimum kosztów czynnych, aby zapewnić sobie koszt niewiele różniący się od minimum.

Z punktu widzenia zużycia miedzi jako materiału deficytowego można wybierać rozwiązania, które odpowiadają wyższym stosunkom c_{cu}/c_{Fe}.

To, że krzywa kosztów przebiega płasko w pobliżu minimum, jest pomyślne, gdyż zezwala na korzystny wybór wymiarów transformatora również ze względu na wartości indukcji w rdzeniu oraz gęstość prądu.

Gdyby chcieć obliczać transformator dla warunku, że koszt miedzi ma być równy kosztowi żelaza czynnego ($K_{cu} = K_{Fe}$), a więc według równania (31), to — jak widać z rys. 9 — otrzymalibyśmy zupełnie inne średnice, a więc i inne wymiary i tylko przy $c_{cu}/c_{Fe} = 2{,}3$ osiągnęlibyśmy minimum kosztów.

Warunek, że straty w żelazie jarzma mają być równe stratom w żelazie rdzeni, spełniony jest tylko dla jednej średnicy $D = 13{,}9$ cm, niezależnie od kosztów materiałów czynnych.

Również warunek, że suma długości jarzm równa jest sumie długości rdzeni, spełniony jest tylko dla jednej średnicy $D = 12{,}5$ cm, niezależnie od kosztów.

LITERATURA

[1] Hak, ETZ, 1922, str. 110
[2] Andronescu, ETZ, 1924, str. 845
[3] Vidmar, Die Transformatoren, Springer, 1925
[4] Trambizki, E. u. M., 1926, str. 825
[5] Vidmar, E. u. M., 1928, str. 349
[6] Bucher, ETZ, 1929, str. 1287
[7] Richter, Elektrische Maschinen, t. III, Springer, 1932
[8] Liwschitz, Die elektrischen Maschinen, t. III, Teubner, 1934
[9] Krämer, ETZ, 1934, str. 89
[10] Vidmar, Der kupferarme Transformator, Springer, 1935
[11] Unger, Arch. f. Elektr., 1939, str. 143
[12] Metzler, Arch. f. Elektr., 1941, str. 99

DR INŻ. JERZY WIECZOREK

Osiągnięcia i nowe kierunki w budowie maszyn elektrycznych*)

Treść. Okresy rozwoju maszyn elektrycznych; rola obliczeniowca, konstruktora i warsztatowca. Zagadnienie materiałów i chłodzenia. Laboratoria badawcze i probiernie. Osiągnięcia ostatnich 50 lat. Maszyny synchroniczne, transformatory, maszyny asynchroniczne, komutatorowe prądu zmiennego i maszyny prądu stałego. Produkcja krajowa.

Достижения и новые направления в постройке электрических машин. Периоды развития электрических машин; роль расчетных и конструкторских бюро и цехов. Вопросы материалов и охлаждения. Исследовательские лаборатории и испытательные станции. Достижения последних 50 лет. Синхронные машины, трансформаторы, асинхронные машины, коллекторные машины переменного тока, машины постоянного тока. Отечественное производство.

Achievements and new trends in the construction of electric machines. The phases of development of electric machines; the role of the calculator, constructor and workshop personnel. The problem of materials and of cooling. Research laboratories and test shops. The achievements for the past 50 years. Synchronous machines, transformers, asynchronous machines, A. C. commutator and D. C. machines. Home manufacture.

I. PRZEGLĄD OGÓLNY

1. Zarys historyczny.

Około 1867 r. zbudowano pierwsze — na zasadzie elektrodynamicznej oparte — samowzbudne maszyny elektryczne prawie jednocześnie w kilku krajach (Anglia — Varley i Wheatstone, Dania — Hjorth, Niemcy — Siemens, Węgry — Jedlik, Włochy — Pacinotti). Od tego czasu, czyli od przeszło 80 lat, istnieje praktycznie dziedzina maszyn elektrycznych. Trudno wobec tego mówić tylko o „osiągnięciach i nowych kierunkach w budowie maszyn elektrycznych", nie nawiązawszy przynajmniej pokrótce do tego, co działo się w tej dziedzinie w ciągu minionych 80 lat.

Pierwszy okres rozwoju należał do elektryka-obliczeniowca. W tym okresie stwarzano nowe rodzaje maszyn elektrycznych przez kombinowanie z sobą w różny sposób pola magnetycznego i prądu elektrycznego. Do elektryka-obliczeniowca dołączał się przy realizowaniu maszyn konstruktor, a następnie warsztatowiec; tworzył się układ pracy szeregowej. Konstruktor zaczynał odgrywać większą rolę dopiero przy budowie maszyn, w których występują znaczne prędkości obwodowe i naprężenia mechaniczne. W tym okresie warsztatowiec występuje na ostatnim planie.

W drugim okresie rozwoju dziedziny maszyn elektrycznych układ szeregowy przechodzi w układ równoległy współpracy obliczeniowca, konstruktora i warsztatowca, lecz przyłącza się do nich jeszcze hutnik, chemik, technolog itd. W tym okresie rozwoju zwraca się już dużą uwagę na wyzyskanie materiałów i miejsca, na przewietrzanie, na pogłębienie teorii, na rozwiązanie zagadnień specjalnych, w szczególności zagadnień strat dodatkowych i materiałów izolacyjnych. Poza tym rozszerza się liczbę różnych typów wykonań, zaczyna się budować serie, które nastręczają długi szereg nowych problemów, wprowadza się spawanie do budowy maszyn elektrycznych oraz poświęca się dużo uwagi prostocie wykonania i momentom natury ekonomicznej. Z tego wynika konieczność daleko idącej specjalizacji, gdyż jeden człowiek nie jest w stanie opanować całości zagadnień w sposób dostatecznie głęboki.

Trzeci okres rozwoju, do którego należy czas obecny i przyszły, wcale nie nosi na sobie znamion zastoju. Zagadnienia regulacyjne, sprawy związane z materiałami izolacyjnymi i magnetycznymi, technologia, prostota i masowość wyrobu oraz racjonalizacja pracy konstrukcyjnej i produkcyjnej ciągle jeszcze wymagają ogromnego nakładu myśli, pracy i czasu. Nie można twierdzić,

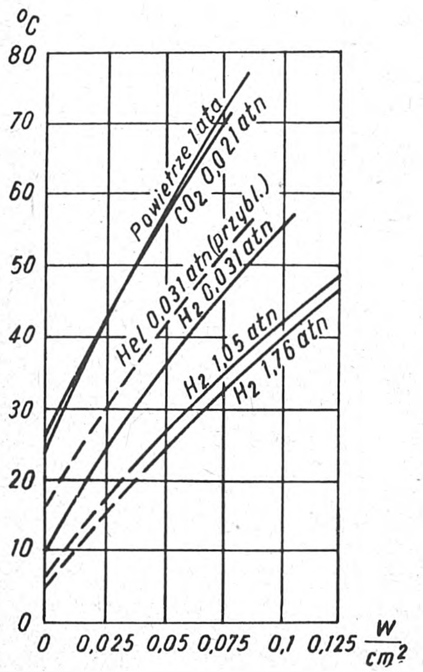
*) Odczyt wygłoszony w Oddziałach SEP — Zagłębia Węglowego (13. V. 49), Warszawskim (7. VI. 49), Szczecińskim (4. XI. 49), Poznańskim (24. XI. 49) i Gdańskim (19. V. 50).

żeby rozwój dziedziny maszyn elektrycznych już ustał lub znajdował się w fazie końcowej; trudno nawet w tej chwili przewidzieć granice tego rozwoju.

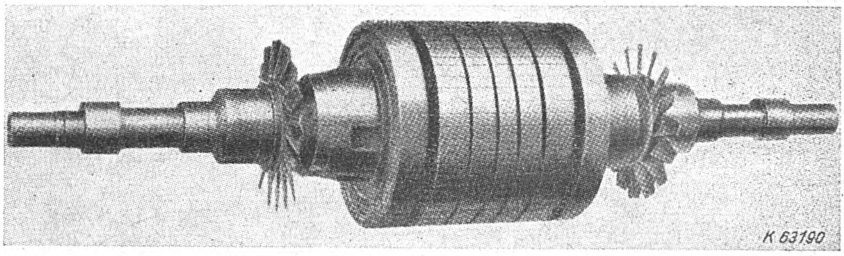
2. Materiały.

Materiały magnetyczne i izolacyjne mają szczególne znaczenie; jednak i sprawa zastąpienia miedzi przez aluminium jest wciąż jeszcze aktualna.

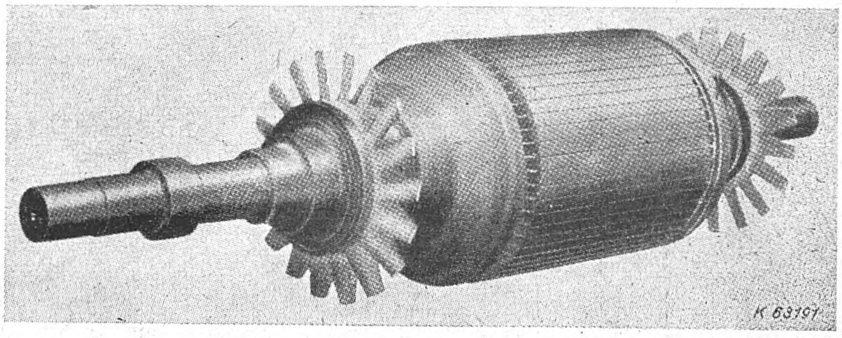
M a t e r i a ł y m a g n e t y c z n e mają duże znaczenie w transformatorach, mniejsze natomiast w maszynach wirujących ze względu na dodatkową obróbkę blach w czasie produkcji. W Stanach Zjednoczonych stosuje się już w budowie transformatorów blachy o stratności ok. 0,5 W/kg, w Europie natomiast osiąga się zaledwie blachy o stratności ok. 0,8 W/kg z tym zastrzeżeniem, że i blachy pewne konkretne dane, pochodzące ze źródeł amerykańskich, według których np. niemiecka firma Capito & Klein musiała przy wyrobie blach transformatorowych o stratności 0,85 W/kg i zawartości ok. 4% krzemu przestrzegać następujących zasadniczych warunków fabrykacyjnych: 1) stosować żelazo z pieców elektrycznych, a nie martenowskich; 2) stosować żelazo-krzem („ferrosilicium") norweski, gdyż niemiecki był zanieczyszczony przez aluminium, wpływające bardzo niekorzystnie na właściwości elektryczne (należy więcej zważać na czystość żelazo-krzemu niż samego żelaza!); 3) nie przekraczać wymiarów blach 1500×750 mm², stwierdzono bowiem, że blachy o długości 2000 mm mają przy zachowaniu dwu pierwszych warunków stratność ok. 1,0 W/kg. Wyjściowy materiał o grubości 2,5 mm, otrzymany przez walcowanie na gorąco, walcuje się następnie na zimno na następujące kolejne grubości: 1,35—1,40; 0,68—0,70; 0,33—0,35 mm. Pomiędzy poszczególne fazy zmniejszania grubości blachy na zimno wplatano wyżarzanie w temperaturze 800—900° C. Z tych samych źródeł wynika, że np. firma AEG zwracała większą uwagę na przenikalność magnetyczną blach niż na ich stratność.



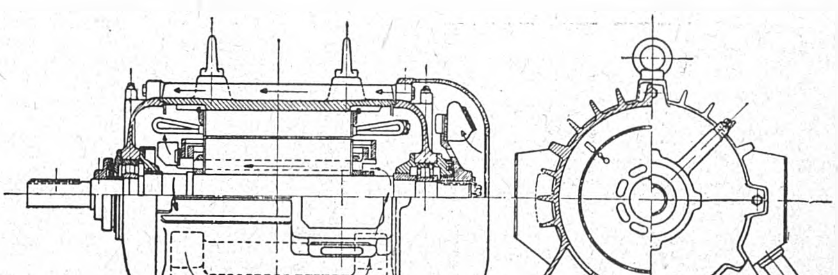
Rys. 1. Nagrzewanie uzwojenia stojana generatora doświadczalnego o mocy 6250 kVA przy stosowaniu różnych gazów jako czynnika chłodzącego



Rys. 2. Wirnik dwubiegunowego silnika starszego typu z kanałami powietrznymi w wale i promieniowymi kanałami wentylacyjnymi między pakietami blach



Rys. 3. Wirnik nowoczesnego silnika o mocy 2500 kW i kształtach opływowych



Rys. 4. Silnik asynchroniczny z kadłubem zaopatrzonym w żebra, chłodzonym zewnętrznie

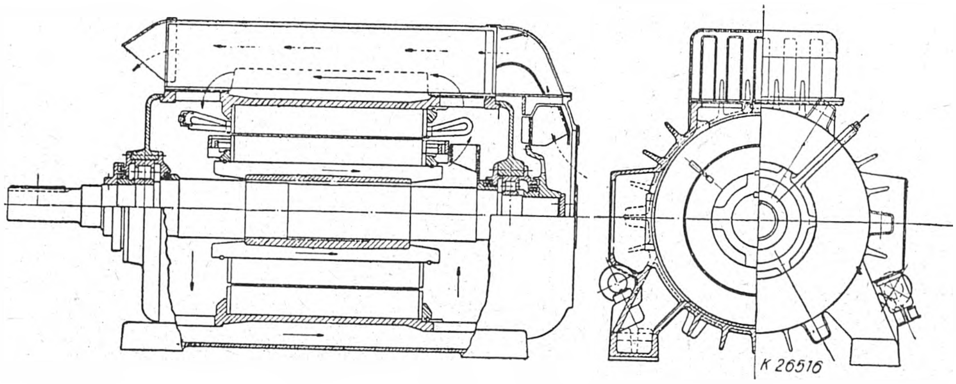
tego gatunku są raczej rzadkością. Kto bliżej zajmuje się sprawą stratności blach z punktu widzenia budowy transformatorów, ten łatwo oceni, jaki olbrzymi skok oznacza przejście z blach o stratności rzędu 1,0 W/kg na blachy o stratności rzędu 0,5 W/kg. Poza tym zaczyna się coraz więcej zważać na przenikalność magnetyczną blach oraz na ich gładkość ze względu na spółczynnik zapełnienia.

Produkcja blach o tak niskiej stratności idzie po zupełnie nowych torach: zamiast walcowania na gorąco stosuje się walcowanie na zimno, przeplatane wyżarzaniem w temperaturach od 800—1000° C. Całe to zagadnienie jest jeszcze częściowo pokryte niewiadomymi ze względu na tajemnice fabryczne. Przy tej sposobności warto przytoczyć

Na tym odcinku zaczyna się kłaść również i u nas coraz to większy nacisk na gatunek blach magnetycznych. Należy przypuszczać, że zapoczątkowana współpraca przemysłu hutniczego i elektrotechnicznego da w niedługim czasie pożądane wyniki.

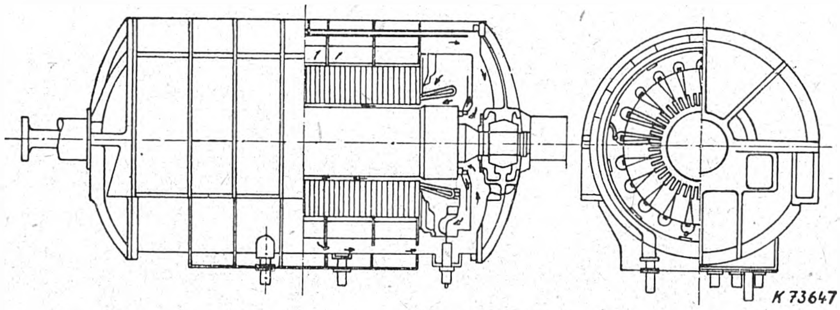
M a t e r i a ł y i z o l a c y j n e są bardzo ważne, gdyż od nich zależą dopuszczalne temperatury maszyn i transformatorów. Nacisk na rozwój w dziedzinie materiałów izolacyjnych staje się zrozumiałym, jeśli zważy się, że np. w prądnicach o napięciu 10 kV izolacja zajmuje ok. 50%

przekroju żłobka i że zmniejszenie grubości izolacji o 1 mm podnosi moc maszyn o ok. 20%. W tej dziedzinie widoczny jest stały i to jeszcze stosunkowo szybki rozwój.



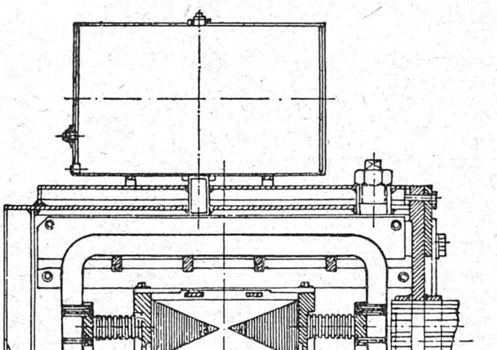
Rys. 5. Silnik asynchroniczny z chłodnicą powietrzną

Szelak, uważany przez długi okres czasu za doskonały materiał izolacyjny, zastąpiono mieszaninami i żywicami



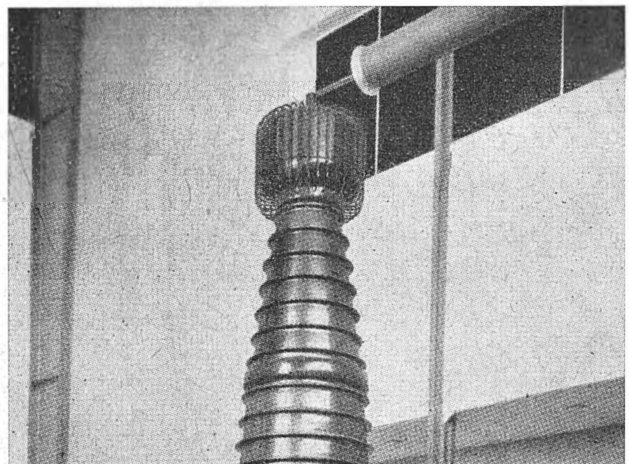
Rys. 6. Turbogenerator o mocy 50 000 kVA i 3600 obr./min., chłodzony wodorem i wodą

sztucznymi, mikę — częściowo octanami (triacetaty) i nasyconymi papierami. Jako ostatnią nowość należy wymienić włókno szklane i sylikony, powodujące po części zapoczątkowanie nowego etapu w rozwoju dziedziny maszyn elektrycznych. Z sylikonami nie należy wiązać jednak żadnych nierealnych nadziei, reklamowanych przez różnych wytwórców, a mianowicie nadziei, z których wynikałoby, że zastosowanie sylikonów umożliwia wielokrotne zmniejszenie wymiarów maszyny przy tej samej mocy lub wielo-



Rys. 7. Doświadczalny generator o mocy 50 kW i napięciu 80 kV chłodzony olejem

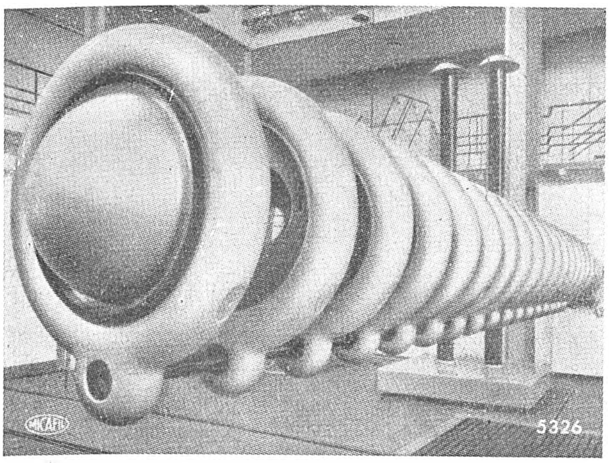
krotne zwiększenie mocy maszyny przy niezmienionych wymiarach. Tak nie jest, jak widać np. z pracy M. Riggenbacha znanej czytelnikom Przeglądu Elektrotechnicznego*). Ze względu na wysoką cenę nowych materiałów izolacyjnych, jak włókno szklane i sylikony, ich powszechne stosowanie w zwykłych silnikach nie opłaca się jeszcze. Istnieje natomiast już obecnie szereg dziedzin, w których jedynie zastosowanie tych materiałów umożliwia uzyskanie praktycznego rozwiązania; do nich należą trakcja, napędy



Rys. 8. Transformator probierczy na napięcie 1200 kV; łącznie z transformatorem dodatkowym na napięcie 400 kV pozwala on uzyskać całkowite napięcie 1600 kV w stosunku do ziemi

*) Ob. „Stosowanie w silnikach elektrycznych materiałów izolacyjnych odpornych na wysokie temperatury" (PE, 1949, z. 10/11/12, str. 403).

o wielkiej liczbie włączeń lub ciężkich rozruchach oraz urządzenia, pracujące w wysokich temperaturach otoczenia.

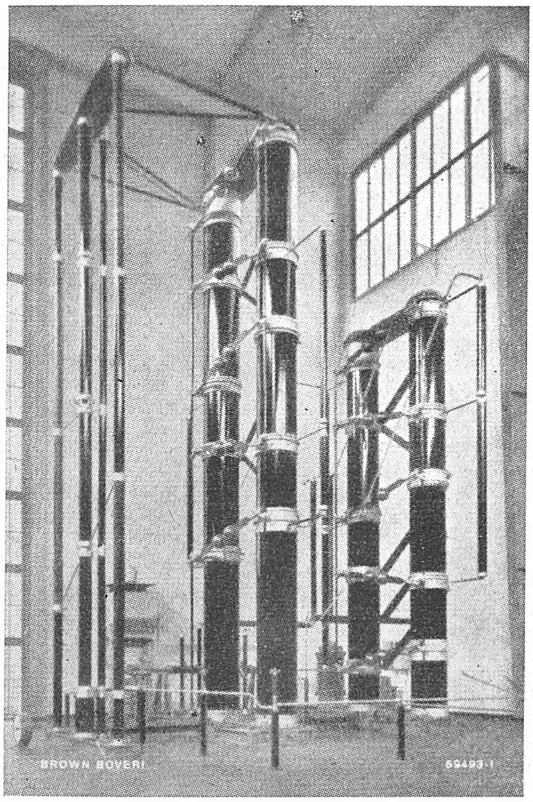


Rys. 9. Prostownik mechaniczny na napięcie 1200 kV

3. Chłodzenie.

P o w i e t r z e jest najpospolitszym, a zarazem najtańszym czynnikiem izolującym i chłodzącym w maszynach elektrycznych; nie zawsze jednak wystarcza.

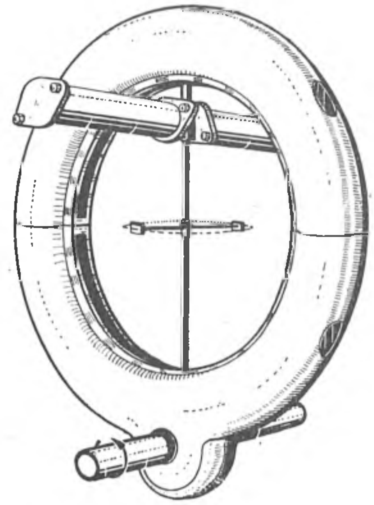
W dużych turbogeneratorach stosuje się zamiast powietrza w o d ó r. Stany Zjednoczone np. znormalizowały turbogeneratory i przewidują dla mocy powyżej 20 000 kVA tylko wodór jako czynnik chłodzący. Podobnie wygląda sprawa w Związku Radzieckim. W pozostałych krajach europejskich natomiast wodór jako czynnik chłodzący dopiero zaczyna torować sobie drogę. Okazuje się przy tym,



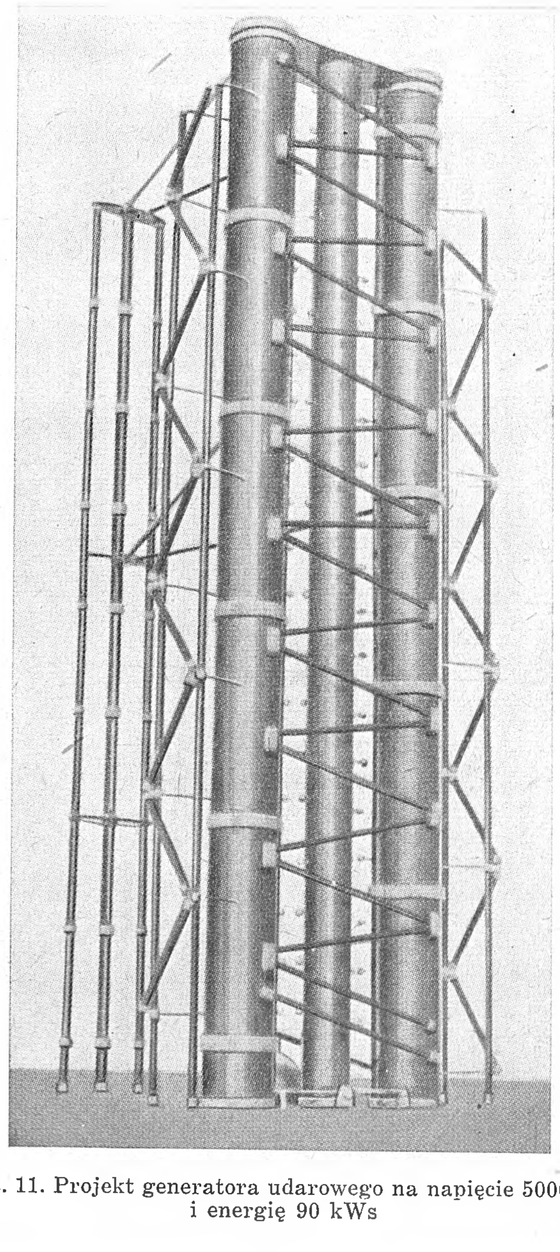
Rys. 12. Fabryczny generator udarowy na napięcie 2400 kV i energię 24 kWs

że zastosowanie wodoru daje w warunkach europejskich korzyści gospodarcze dopiero w jednostkach o mocy powyżej 60 000 kVA.

Wodór, jak wiadomo, ma następujące zalety w stosunku do powietrza: 1) straty wentylacyjne wynoszą tylko 1/10—1/13 strat powietrza, 2) chłodzi lepiej niż powietrze, 3) przy tych samych wymiarach maszyny moc maszyny zwiększa się o 20—30% lub przy tej samej mocy sprawność maszyny wzrasta o 1—2%, jeśli zastąpi się powietrze

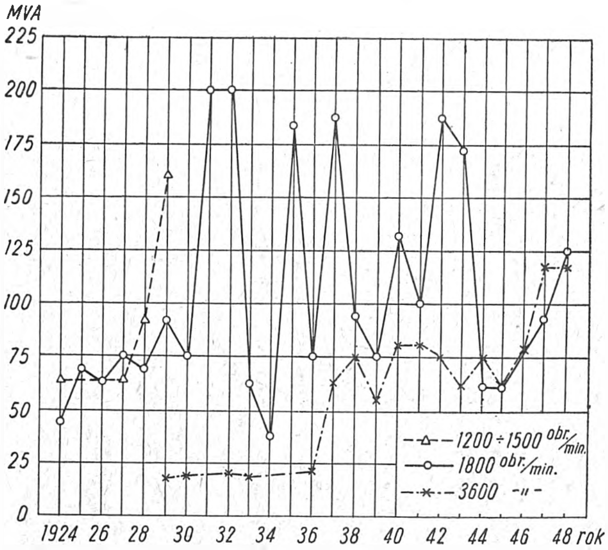


Rys. 10. Element prostownika mechanicznego na napięcie 1200 kV



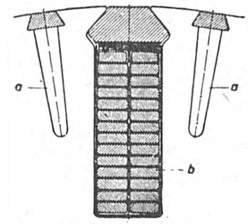
Rys. 11. Projekt generatora udarowego na napięcie 5000 kV i energię 90 kWs

wodorem, 4) zupełne zamknięcie maszyny zapobiega zabrudzeniu i zatkaniu kanałów wentylacyjnych, 5) wodór zmniejsza ze względu na brak tlenu powietrza niebezpie-



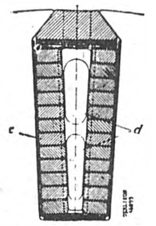
Rys. 13. Moce największych jednowałowych turbogeneratorów, wykonanych w Stanach Zjednoczonych w okresie 1924—1948 r.

czeństwo wyładowań jarzących, co wpływa dodatnio na trwałość izolacji, 6) maszyny chłodzone wodorem biegną prawie bezszelestnie, 7) zastosowanie wodoru jako czynnika chłodzącego umożliwia ustawianie maszyn na wolnym powietrzu. Np. w Stanach Zjednoczonych ustawia się obecnie normalnie na wolnym powietrzu przesuwniki fazowe



Rys. 15. Sposób chłodzenia wirników starszych turbogeneratorów do mocy ok. 1250 kVA

a kanały wentylacyjne
b żłobek z uzwojeniem



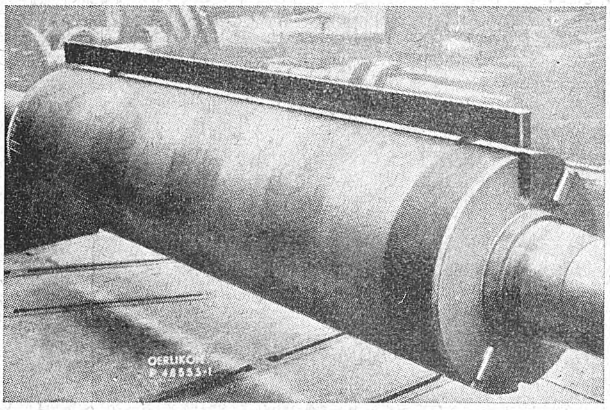
Rys. 16. Sposób chłodzenia wirników nowoczesnych turbogeneratorów o większych mocach

Powietrze chłodzące przepływa wewnątrz żłobka z uzwojeniem

c uzwojenie
d kanały wentylacyjne

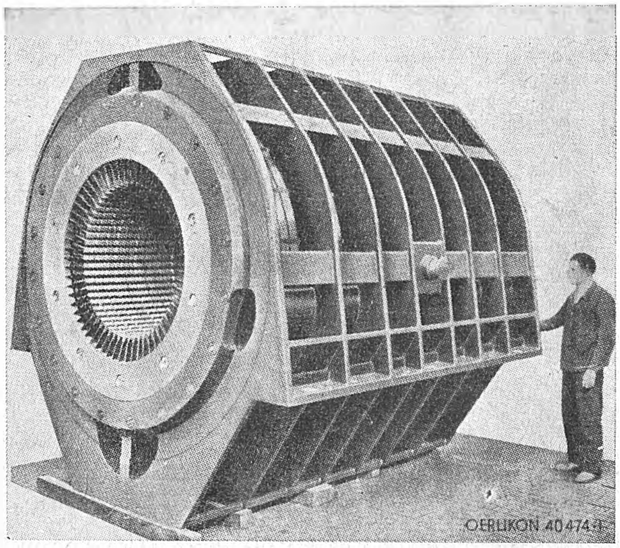
i przetwornice. Również generatory zaczyna się tak ustawiać; nie ma więc budynku elektrowni.

Do wad wodoru należą: 1) niebezpieczeństwo wybuchu (trzeba uważać, żeby zawartość wodoru przewyższała 92%



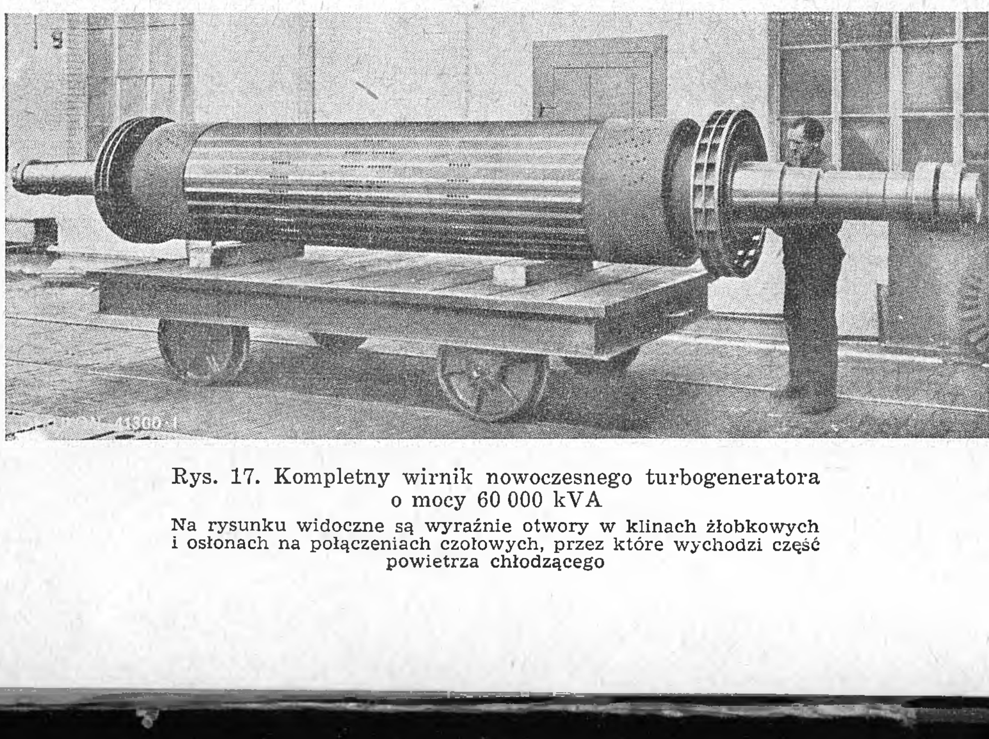
Rys. 14. Kadłub wirnika nowoczesnego turbogeneratora firmy Oerlikon, wykonanego z cylindrycznych odcinków ze stali chromowo-niklowo-molibdenowej

Odcinki są ściągnięte na gorąco przy pomocy czterech prętów, osadzonych w podłużnych żłobkach



Rys. 19. Spawany stojan nowoczesnego turbogeneratora o mocy 60 000 kVA

i żeby panowało stale nadciśnienie), 2) większe zużycie żelaza, 3) dodatkowe urządzenia (uszczelnienia, pompy). Rys. 1 przedstawia krzywe, otrzymane według badań ame-

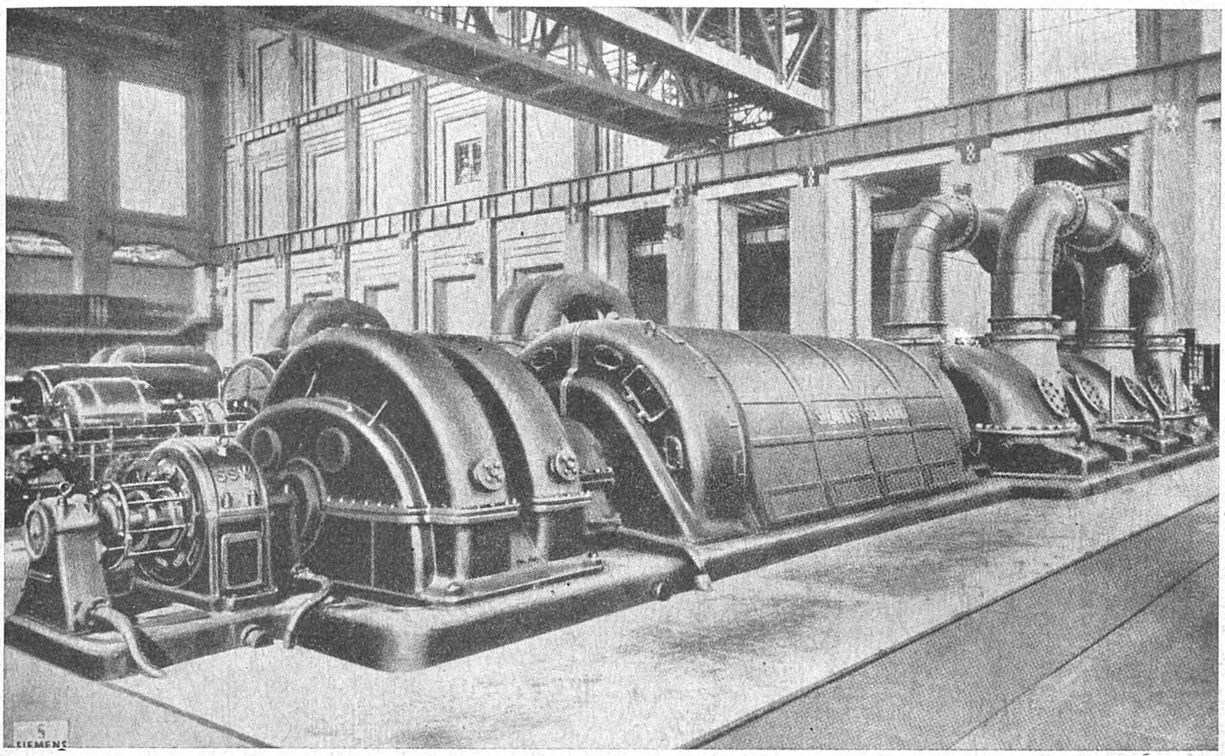


Rys. 17. Kompletny wirnik nowoczesnego turbogeneratora o mocy 60 000 kVA

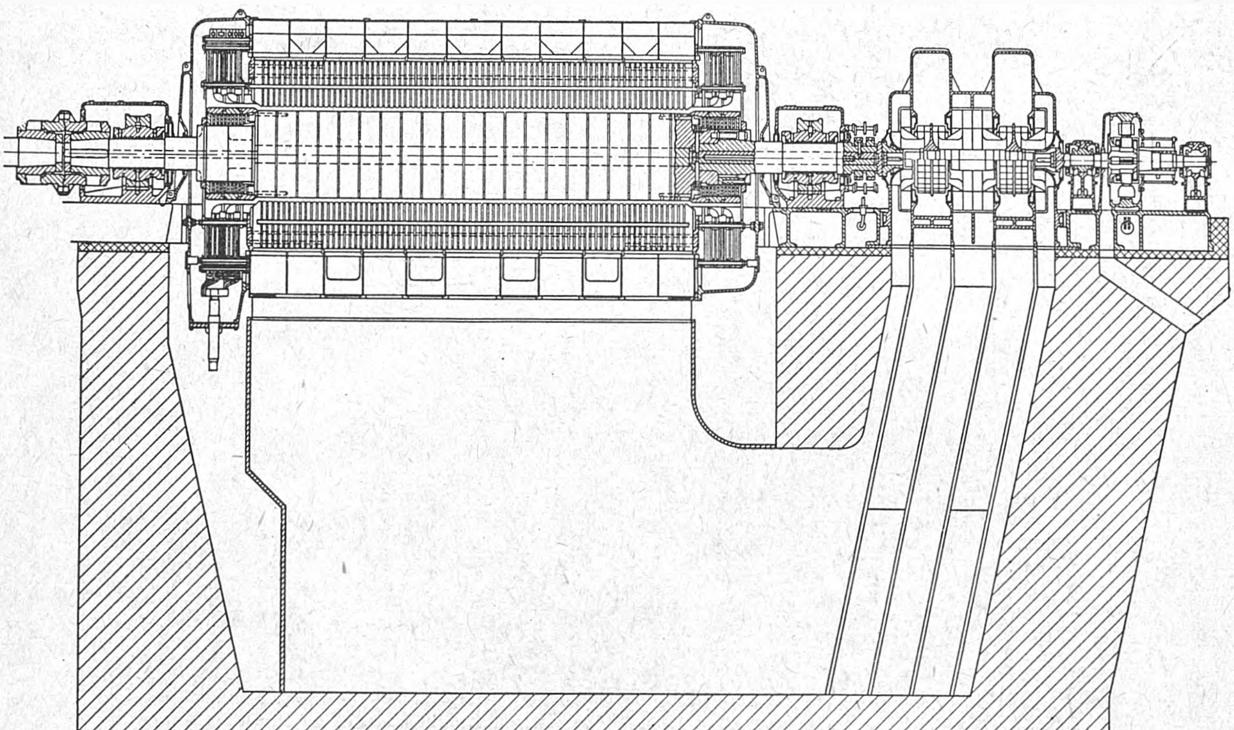
Na rysunku widoczne są wyraźnie otwory w klinach żłobkowych i osłonach na połączeniach czołowych, przez które wychodzi część powietrza chłodzącego

rykańskich, dokonanych na generatorze doświadczalnym o mocy 6250 kVA. Wynika z nich, że powietrze i dwutlenek węgla zachowują się pod względem chłodzenia jednakowo, wodór zaś o ciśnieniu 0,031 atm. daje o 15—25% niższe nagrzanie w zależności od obciążenia, natomiast wodór o ciśnieniu jednej atmosfery powoduje nagrzanie maszyny o połowę niższe niż w przypadku zastosowania powietrza jako czynnika chłodzącego.

Przewietrzniki mają wielkie znaczenie dla chłodzenia maszyn. Obecnie każda maszyna ma swój przewietrznik. Stosuje się przewietrzanie ssące i tłoczące. Ssanie ma tę zaletę, że nagrzanie powietrza wskutek tarcia w przewietrzniku (w większych maszynach o kilka stopni) następuje dopiero na wylocie; w małych maszynach stosuje się wtedy, gdy ze względu na zbyt małą prędkość obwodową wirnika przewietrznik musi mieć większą



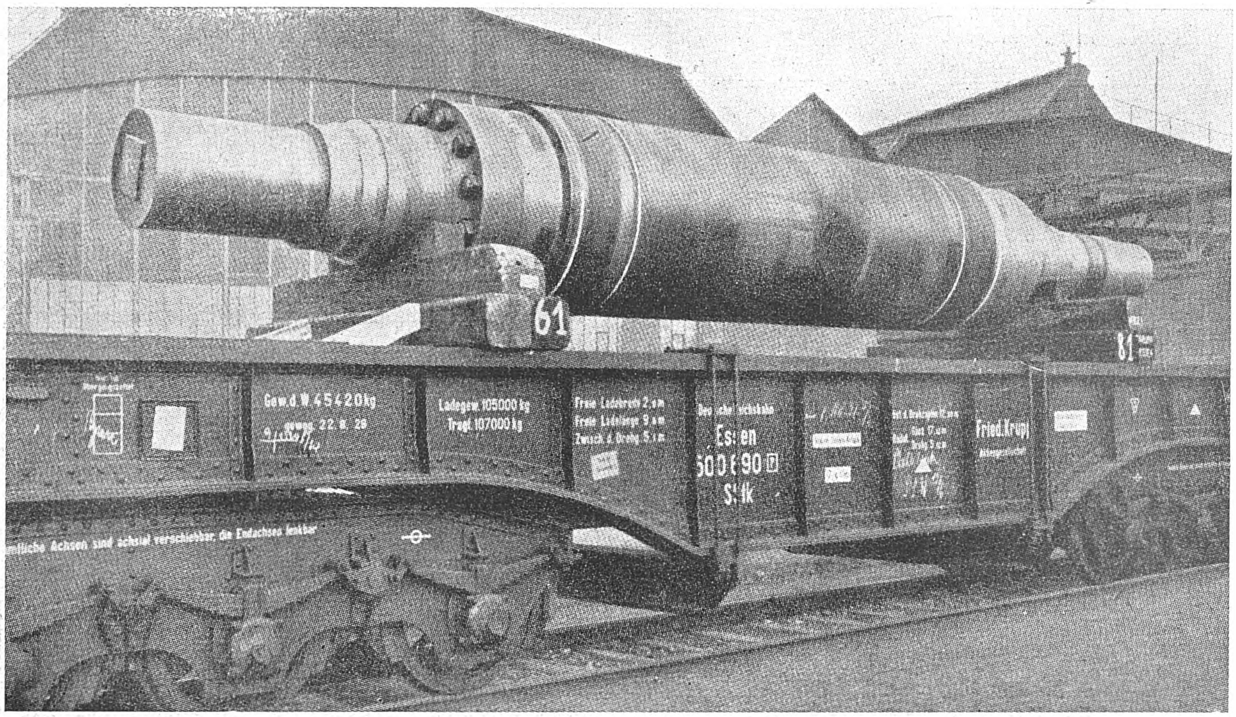
Rys. 20. Widok ogólny turbogeneratora o mocy 80 000 kVA i 3000 obr./min.
Z przodu widoczny jest podwójny przewietrznik



Rys. 21. Turbogenerator na 80 000 kVA, cos φ = 0,75, 10 000 V, 3000 obr./min. — przekrój podłużny przez generator i przewietrznik

średnicę niż wirnik. Tłoczenie jest skuteczniejsze niż ssanie; stosuje się je wtedy, gdy prędkość obwodowa jest wystarczająca. Obceprzewietrzanie jest najlepsze; trzeba je stosować szczególnie w takich maszynach, w których występuje duża zmienność prędkości wirowania.

sposób zmniejszenie strat wentylacyjnych, powiększenie sprawności, lepsze odprowadzenie ciepła i cichszy bieg maszyny. Chłodzenie zewnętrzne może być wzmożone przy pomocy żeber (rys. 4) lub specjalnej chłodnicy powietrznej (rys. 5).



Rys. 22. Kadłub wirnika turbogeneratora na 100 000 kVA, 1500 obr./min.

Kierunek powietrza może być osiowy, promieniowy lub mieszany. Kształty opływowe, pozbawione wszelkich ostrych załamań, również mają swoje zna-

Jeśli zastąpimy chłodnicę powietrzną chłodnicą wodną, to uzyskujemy najskuteczniejsze chłodzenie. Rys. 6 przedstawia schematycznie turbogenerator o mocy



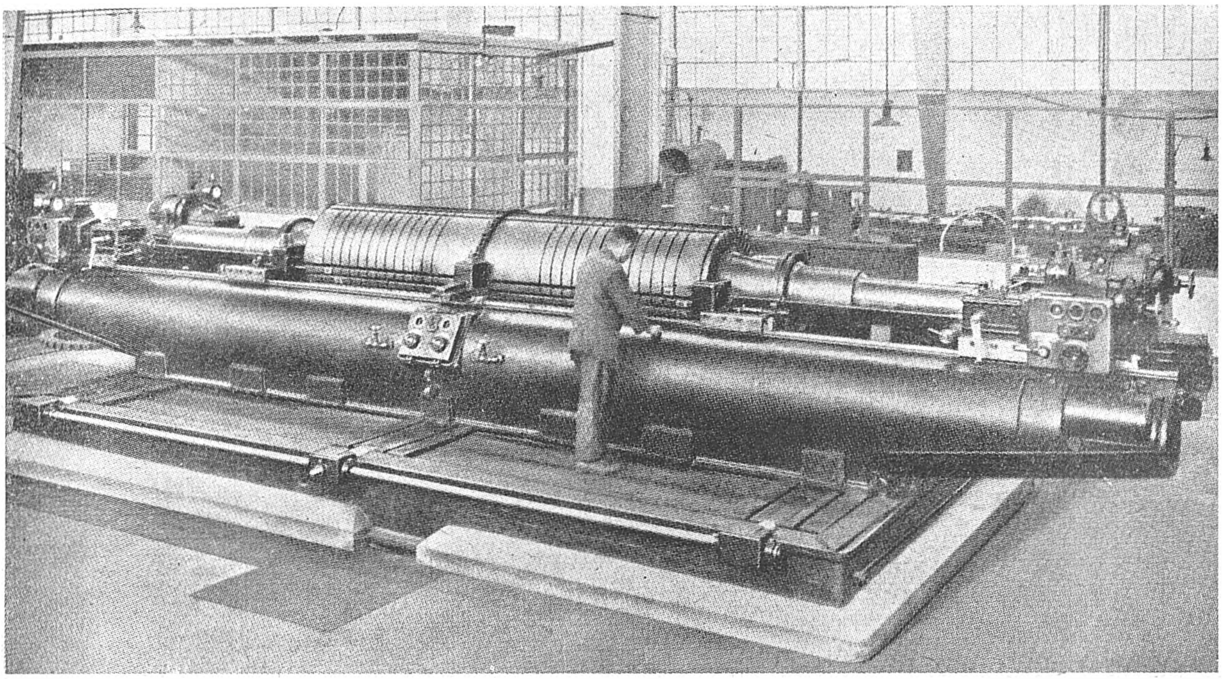
Rys. 23. Frezowanie żłobków do zamocowania zębów wirników dla turbogeneratora na 100 000 kVA, 1500 obr./min.

czenie. Rys. 2 przedstawia stare wykonanie wirnika, rys. 3 — nowe wykonanie analogicznego wirnika; różnica w wyglądzie zewnętrznym jest uderzająca. Uzyskuje się w ten

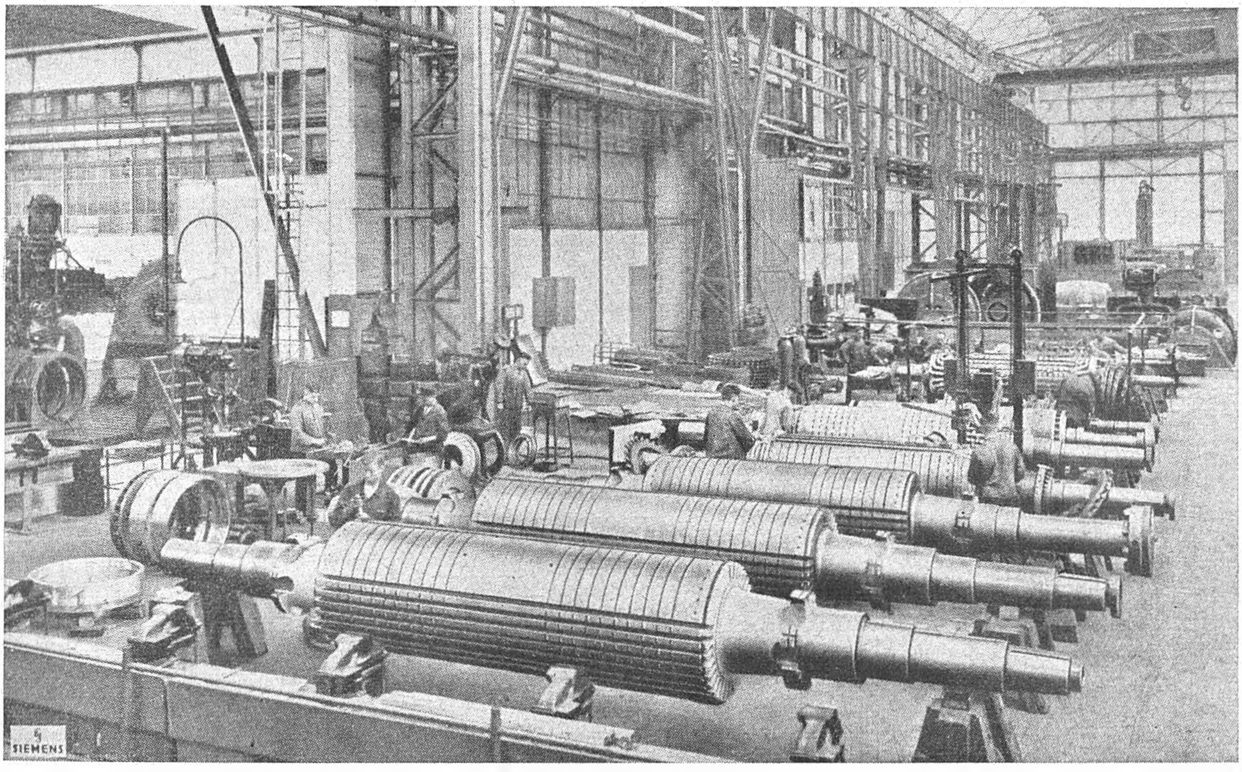
50 000 kVA, chłodzony wodorem i wodą. W celu zmniejszenia wymiarów stojana i zawartości wodoru, a tym samym niebezpieczeństwa wybuchu, rozłożono w tym

przypadku chłodnice wodne w postaci pojedyńczych rur osiowych na zewnętrznej powierzchni blach. W ten sposób żelazo stojana jest chłodzone bezpośrednio wodą. Wodór, chłodzący uzwojenia i wirnik, przechodzi przez kanały wentylacyjne stojana.

12,6 kW), 3) jako izolację uzwojeń można stosować zwykły papier kablowy, 4) wymiary maszyny są mniejsze, 5) maszyna ma dużą przeciążalność. Do wad należą: 1) konieczność uszczelnienia jakimś nieprzewodnikiem przestrzeni stojana napełnionej olejem, w stosunku do szcze-



Rys. 24. Wiercenie otworów wentylacyjnych w zębach wirnika dla turbogeneratora na 50 000 kVA, 3000 obr./min.



Rys. 25. Obrobione wirniki turbogeneratorów w nawijalni

Chłodzenie **olejem** zamiast wodą ma tę dodatkową zaletę, że można w ten sposób chłodzić cały stojan. Ma ono następujące zalety: 1) daje możność podniesienia napięcia uzwojenia stojana do 100 kV i wyżej, 2) zmniejsza straty przez tarcie czynnika chłodzącego (np. dla generatora o mocy 50 000 kVA straty wentylacyjne przy zastosowaniu powietrza wynoszą 300 kW, a przy zastosowaniu oleju tylko

liny powietrznej, 2) niebezpieczeństwo pożaru, którego jednak łatwo uniknąć, zastępując olej niepalną cieczą izolacyjną. W Związku Radzieckim zbudowano doświadczalny generator o mocy 50 kW i napięciu 80 kV, przedstawiony na rys. 7. Blachy stojana mają osiowe kanały chłodzące; również niektóre przewody są wydrążone celem umożliwienia przepływu oleju.

4. Laboratoria i probiernie.

Są one potężnym orężem w ręku konstruktorów maszyn elektrycznych i transformatorów. Od nich w dużym stopniu zależy postęp w dziedzinie maszyn elektrycznych. Szczególną uwagę przywiązuje się do badań wysokim napięciem zmiennym i udarowym. W Stanach Zjednoczonych obowiązują już w myśl przepisów badania udarowe transformatorów; w Europie wprowadziła je na razie Szwecja. Rys. 8 przedstawia transformator probierczy do 1200 kV najnowocześniejszej konstrukcji. Łącznie z transformatorem dodatkowym na napięcie 400 kV umożliwia on badania napięciem do 1600 kV w stosunku do ziemi. Rys. 9 i 10 przedstawiają prostownik mechaniczny do wytwarzania napięcia stałego 1200 kV, pochodzącego z poprzednio wymienionego transformatora. Rys. 11 przedstawia projekt generatora udarowego na napięcie 5000 kV o energii 90 kWs. Rys. 12 przedstawia wykonany generator udarowy na napięcie 2400 kV o energii 24 kWs. W Polsce mamy już obecnie generator udarowy na napięcie 2800 kV o energii około 30 kWs, przełączalny na 1400, 700 i 175 kV. Stwarza on ogromne perspektywy na odcinku krajowych badań napięciem udarowym.

5. Osiągnięcia w okresie od 1900 do 1945 roku.

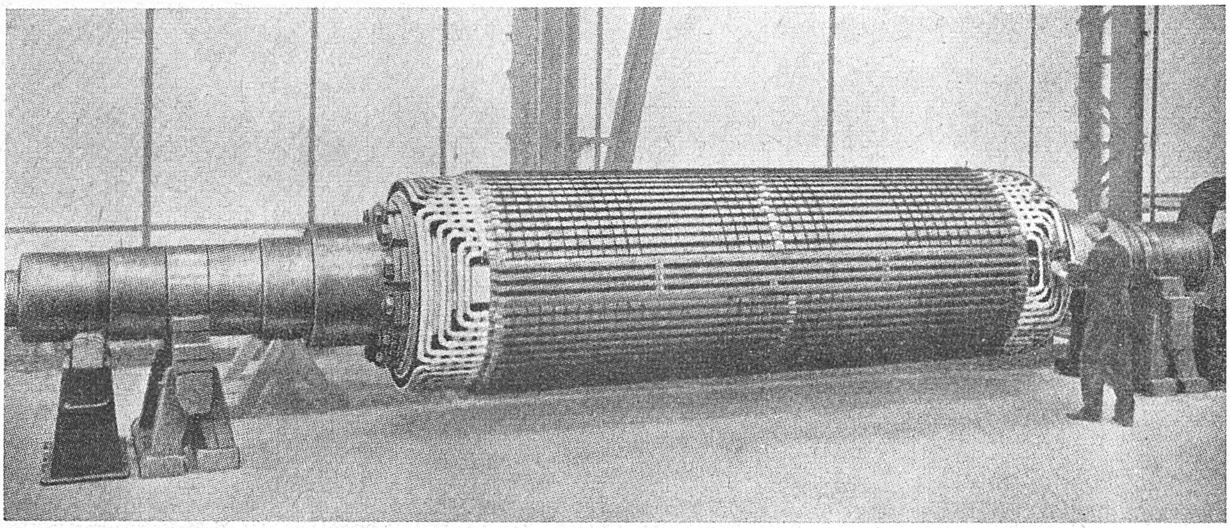
Dzięki: 1) polepszeniu materiałów czynnych, 2) lepszemu rozwiązaniu uzwojeń, 3) zmniejszeniu strat dodatkowych w uzwojeniach i 4) udoskonaleniu chłodzenia zmniejszyło się w ciągu ostatnich 45 lat zużycie materiału na jednostkę mocy maszyny mniej więcej do 1/3. Rozwój ten trwa w dalszym ciągu i trudno dzisiaj przewidzieć, kiedy on ustanie; na razie nie zanosi się na to.

II. MASZYNY SYNCHRONICZNE

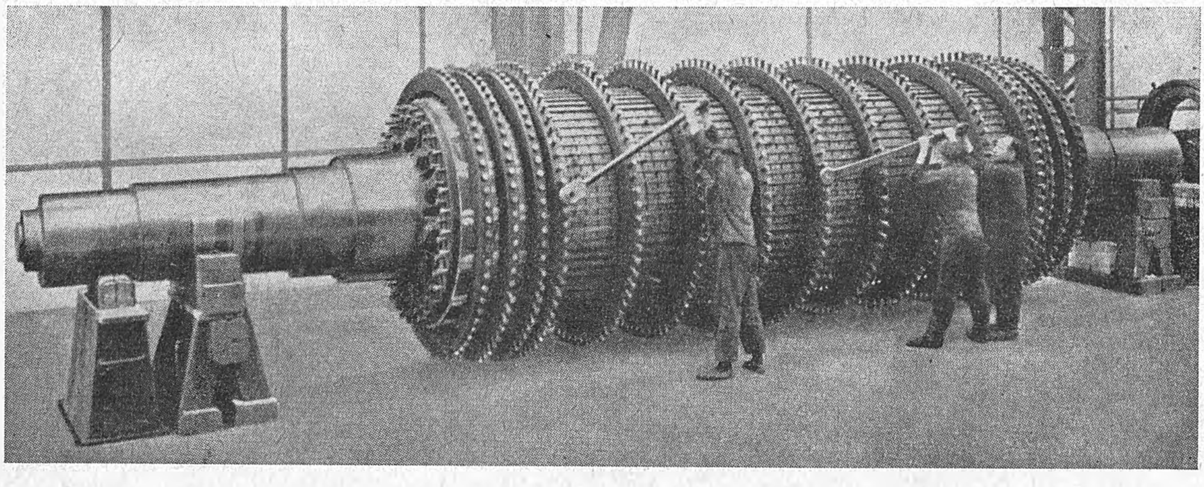
6. Turbogeneratory.

Rys. 13 przedstawia zestawienie rekordowych pod względem wielkości turbogeneratorów, zbudowanych w ciągu ostatnich 25 lat. Wynika z tego, że dwubiegunowe maszyny można budować do 120 000 kVA, a czterobiegunowe do 200 000 kVA. W Związku Radzieckim zbudowano w 1938 r. pierwszy na świecie turbogenerator o mocy 100 000 kVA przy 3000 obr./min. chłodzony powietrzem, a po ostatniej wojnie — o mocy 125 000 kVA chłodzony wodorem. Osiągnięcia te są zasługą głównie hutnictwa, które dostarcza wirniki z materiału o odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej. Do ich wyrobu stosuje się wysoko-wartościową stal szlachetną chromo-niklowo-molibdenową, odpowiednio przekutą i wyżarzoną. Prędkość obwodowa wirników dochodzi do 150 m/sek., co odpowiada prędkości 540 km/godz. W czasie próby maszyny na podwyższone obroty naprężenie materiału wirnika osiąga 40 do 50% granicy sprężystości. Wykonanie takiego nowoczesnego wirnika wynika z rys. 14. Dawniej wykonywano wirnik z jednej odkuwki o ciężarze do 16 t, obecnie wykonywa się go z cylindrycznych odcinków o długości 500—600 mm, średnicy zewnętrznej do 1000 mm i otworze wewnętrznym o średnicy 100 mm; ciężar takiego odcinka wynosi ok. 4 ton. Wał jest kołnierzowy, całość ściąga się na gorąco przy pomocy 4 podłużnych prętów stalowych, jak to wynika z rys. 14.

Osiągalne moce graniczne zależą nie tylko od wymiarów wirnika, lecz również od naprężeń magnetycznych i elektrycznych, które wywierają wpływ na straty w żelazie i miedzi. Indukcje magnetyczne nie zmieniają się od kilku lat. Na odcinku strat zaznaczył się ostatnio postęp w



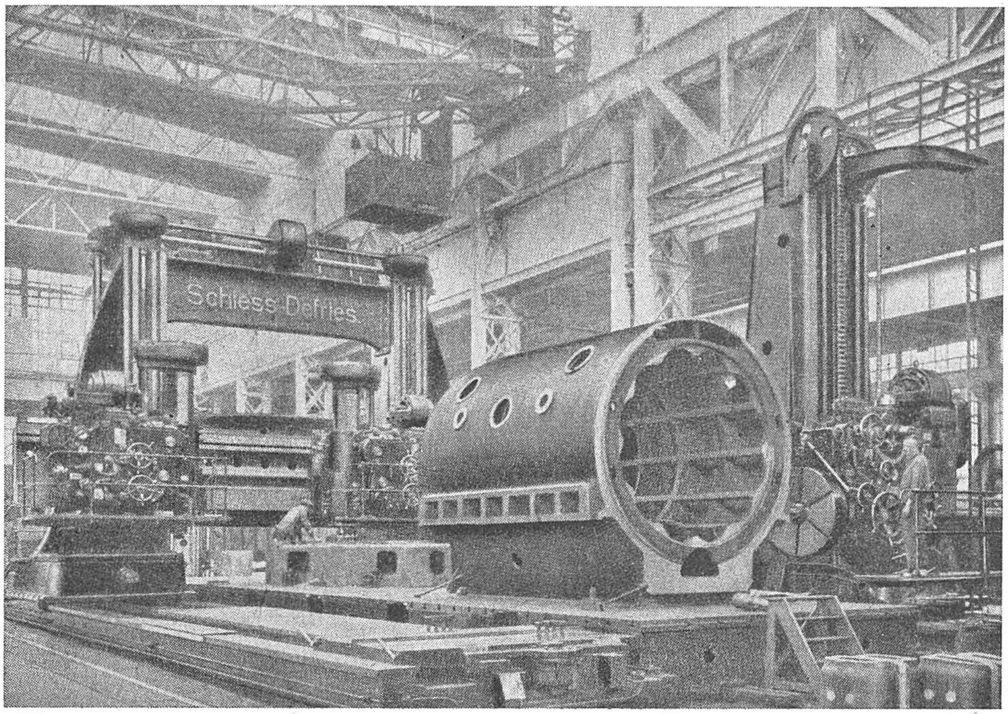
Rys. 26. Wirnik turbogeneratora na 100 000 kVA, 1500 obr./min. z włożonym uzwojeniem



Rys. 27. Wciskanie uzwojenia do żłobków wirnika turbogeneratora

związku z tym, że udało się zastosować nawet do żłobkowanych maszyn blachy o grubości 0,5 mm i o stratności 1,3 W/kg. Okład prądu dochodzi w stojanie do 1000 A/cm.

mych wymiarach. W 1 m. b. długości czynnej maszyny o średnicy wirnika np. 900 mm moc wytwarzana wynosiła w 1933 r. ok. 15 000 kVA, a w 1940 r. prawie 22 000 kVA.



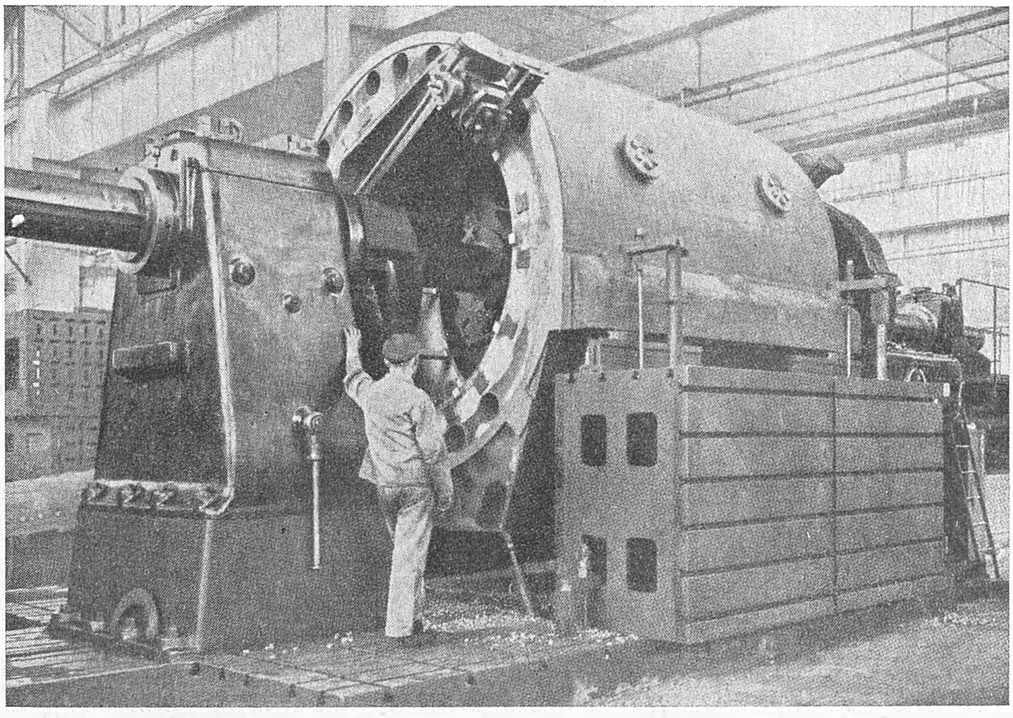
Rys. 28. Części składowe turbogeneratora na 50 000 kVA, 3000 obr./min. na frezarce portalowej

Zagadnienie odprowadzania ciepła z wirnika rozwiązano w nowoczesnych konstrukcjach w ten sposób, że zamiast kanałów wentylacyjnych obok żłobków (rys. 15) zastosowano kanały wentylacyjne wewnątrz żłobków (rys. 16); ciepłe powietrze uchodzi przez otwory w klinach zamykających żłobki i przez otwory w osłonach na połączeniach czołowych, widocznych na rys. 17.

W ciągu ostatnich lat osiągnięto wszędzie wielki postęp w budowie turbogeneratorów. Firma Oerlikon podniosła od 1933 r. do 1941 r. moc maszyn o 40—50% przy tych sa-

Zużycie materiałów zmalało od 1920 r. do 1940 r. przeszło dwukrotnie, przy czym sprawność maszyn wzrosła, jak to wynika z tabl. I dla turbogeneratora na 16 000 kVA, 3 000 obr./min. Rys. 19 przedstawia spawany stojan nowoczesnego turbogeneratora o mocy 60 000 kVA.

Rozwój turbogeneratorów idzie w kierunku zwiększenia stosunku l/D czyli w kierunku budowy coraz dłuższych maszyn. Jest to zrozumiałe ze względu na wytrzymałość mechaniczną wirnika. Do utrzymywania połączeń czołowych stosuje się obecnie wyłącznie przykrywy, wykonane z wy-



Rys. 29. Spawany kadłub turbogeneratora na 37 800 kVA, 3000 obr./min. na wiertarce poziomej

soko-wartościowej stali niemagnetycznej. Jako nowość na tym odcinku można wymienić wykonanie połączeń czołowych, przebiegających wzdłuż płaszczyzn czołowych po średnicach, a nie po cięciwach, przez co połączenia mniej naprężają przykrywy.

W USA stosuje się w maszynach powyżej 20 000 kVA wyłącznie chłodzenie wodorem. Doświadczenia, przeprowa-

Tablica I. Zużycie materiałów i sprawności dla turbogeneratora o mocy 16 000 kVA i 3000 obr./min. w różnych latach

Rok	1920	1930	1940
Zużycie materiałów (kg/kVA)	4,0	2,7	1,8
Sprawność η (%)	95	96,7	97,4

dzone w czasie wojny w Europie, wykazały, że w warunkach europejskich wodór daje korzyści gospodarcze dopiero w turbogeneratorach o mocy powyżej 60 000 kVA.

Nie wykonywa się obecnie dwu- i wielodzielnych stojanów ze względu na grzanie się czynnego żelaza w miejscu podziału stojana i ze względu na prądy łożyskowe. Stosuje się następujące napięcia znamionowe: 6, 15, 30, najwyżej 36 kV.

W związku z zaplanowanym uruchomieniem krajowej produkcji turbogeneratorów warto zapoznać się z szeregiem zdjęć, przedstawiających poszczególne fazy produkcji turbogeneratorów, przy czym należy zwrócić szczególną uwagę na obrabiarki. Wykonanie wirników nie jest najnowocześniejsze.

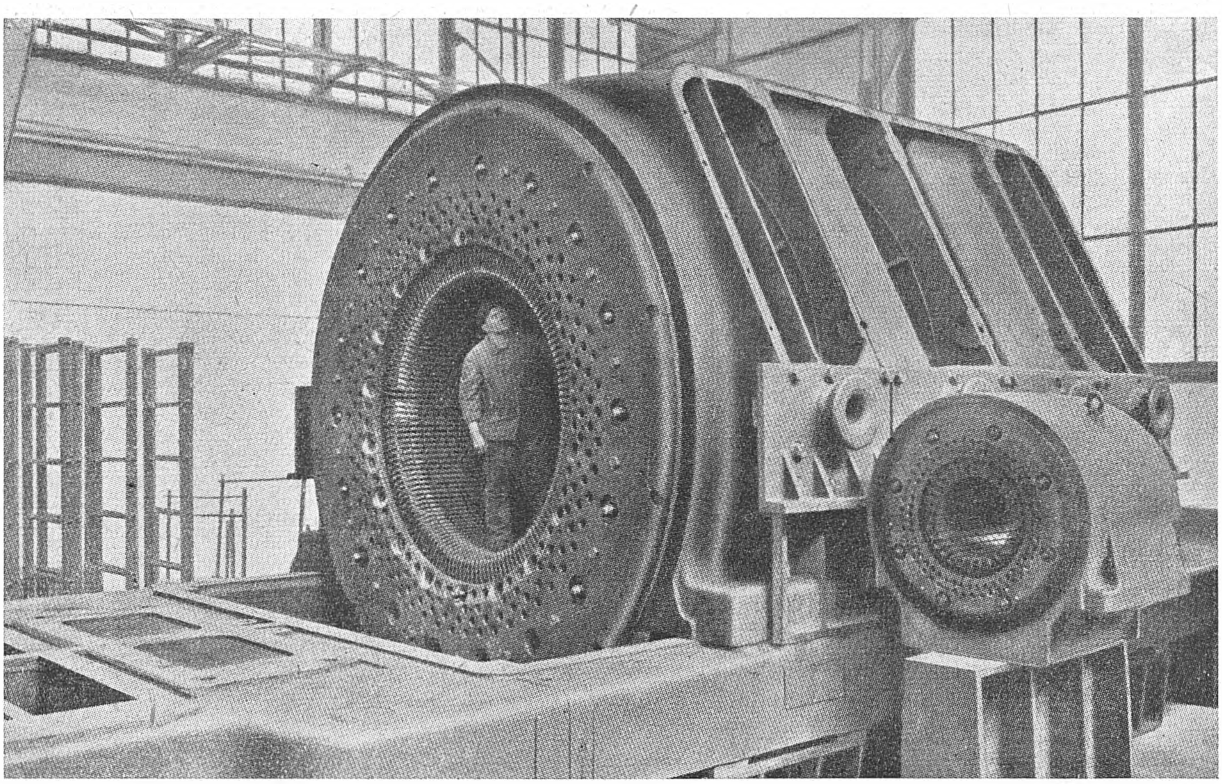
Rys. 20 przedstawia widok ogólny turbogeneratora o mocy 80 000 kVA i 3000 obr./min. tj. o znamionach, które przez pewien czas były rekordowe w Europie. Z przodu widoczny jest podwójny przewietrznik. Rys. 21 podaje przekrój podłużny tego turbogeneratora. Rys. 22 przedstawia kadłub wirnika turbogeneratora na 100 000 kVA, 1500 obr./min., składający się z wydrążonego cylindra stalo-

bada się materiał wirnika w celu sprawdzenia jego właściwości magnetycznych.

Rys. 24 przedstawia wirnik turbogeneratora na 50 000 kVA, 3000 obr./min. na wiertarce poziomej w czasie wiercenia otworów wentylacyjnych w zębach wirnika.



Rys. 30. Spakietowany stojan turbogeneratora na 80 000 kVA, 3000 obr./min. zawieszony na suwnicy



Rys. 31. Stojany dwu turbogeneratorów na 100 000 kVA, 1500 obr./min. i na 940 kVA, 3000 obr./min.

wego, do którego końców przyśrubowane są czopy z kołnierzami.

Na rys. 23 widoczny jest ten sam kadłub na frezarce w czasie frezowania żłobków do zamocowania zębów, między którymi umieszcza się uzwojenie wirnika; przy tym

Na rys. 25 widocznych jest kilka wirników z wyfrezowanymi żłobkami w nawijalni; po lewej stronie pierwszego wirnika znajdują się osłony, które nakłada się następnie na połączenia czołowe uzwojenia wirnika, oraz wentylator.

Uzwojenie wirnika składa się z poszczególnych cewek, wykonywanych z płaskiej miedzi na osobnych maszynach w ten sposób, żeby poszczególne przewody leżały na płask nad sobą. Szczególnie starannie wykonywa się izolację żłobkową tych cewek z mikanitu, dla którego przepisy dopuszczają przyrost temperatury o 90° C. Następnie wkłada się twarde cewki wirnikowe, prasowane i wypieczone pod wysokim ciśnieniem, do poszczególnych żłobków (rys. 26), wciska je przy pomocy śrub umieszczonych w pierścieniach (rys. 27), po czym zamyka się żłobki metalowymi klinami. Przy takim postępowaniu uzwojenie wirnika nie ulega przesunięciom nawet pod wpływem bardzo wielkich sił odśrodkowych. W końcu obtacza się cały wirnik w celu uzyskania gładkiej powierzchni, przez co zmniejsza się znacznie straty powstające wskutek tarcia powietrza.

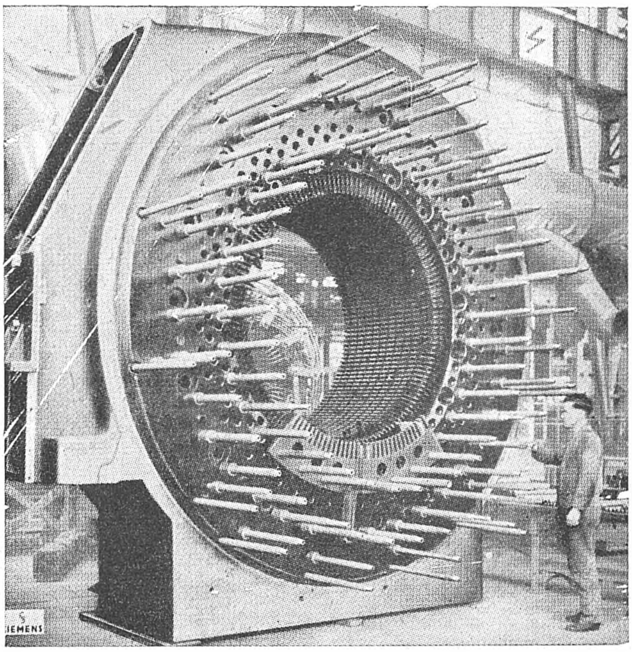
Rys. 28 i 29 przedstawiają kadłuby dużych turbogeneratorów w trakcie ich obróbki mechanicznej; rys. 30 — spakietowany stojan turbogeneratora na 80 000 kVA, zawieszony na suwnicy o udźwigu 105 t, rys. 31 — stojany maleńkiego i bardzo dużego turbogeneratora, a rys. 32 ćwiartkę stojana tego ostatniego.

Szczególnie starannie wykonywa się pręty uzwojenia stojanów, przeważnie przeplatane w celu zmniejszenia strat dodatkowych w miedzi. Rys. 33 przedstawia widok hali fabrycznej, w której wyrabia się takie pręty; na drugim planie widoczna jest maszyna (jeszcze raz osobno pokazana na rys. 34), służąca do opiekania mikafolią prętów stojanowych nasyconych masą asfaltową.

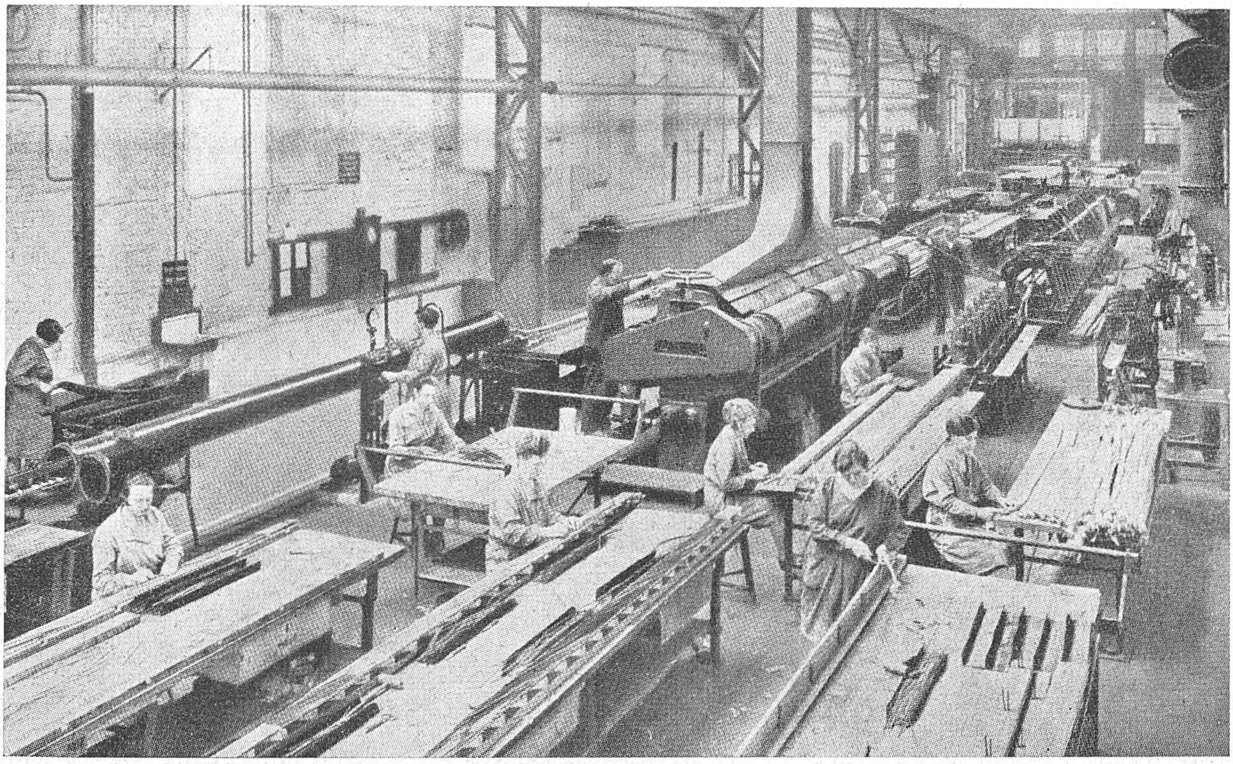
Połączenia czołowe uzwojeń usztywnia się przy pomocy dużej liczby śrub i przekładek (rys. 35) w celu uzyskania takiej wytrzymałości na prądy zwarciowe, że nawet bezpośrednie zwarcie na zaciskach generatora nie powoduje przesunięć lub uszkodzeń poszczególnych części uzwojenia. Uzwojenia maszyn na napięcia powyżej 10 kV zabezpiecza się dodatkowo od wyładowań elektrycznych przy pomocy grafitowania.

Po wykonaniu bada się turbogeneratory elektrycznie i mechanicznie w myśl obowiązujących przepisów. Bardzo starannie, z dokładnością do kilku gramów, wyważa się wirniki turbogeneratorów, po czym bada się ich wytrzymałość mechaniczną przy podwyższonych obrotach w specjalnych pomieszczeniach podziemnych (rys. 36) o dostatecznie silnych żelazo-betonowych ścianach na wypadek rozlecenia się wirnika w czasie próby. Przy tej sposobności warto zauważyć, że Amerykanie przeprowadzają próbę przy podwyższonych obrotach po zmontowaniu całego generatora w elektrowni w celu zbadania zachowania się całego zespołu, w szczególności łożysk i fundamentów.

Uzwojenia bada się napięciem, którego wysokość określają przepisy. W czasie fabrykacji bada się jednak poszczególne elementy odpowiednio wyższymi napięciami. Rys. 37 przedstawia fragment badania pręta do turbogeneratora na 100 000 kVA.



Rys. 32. Ćwiartka stojana turbogeneratora na 100 000 kVA, 1500 obr./min.

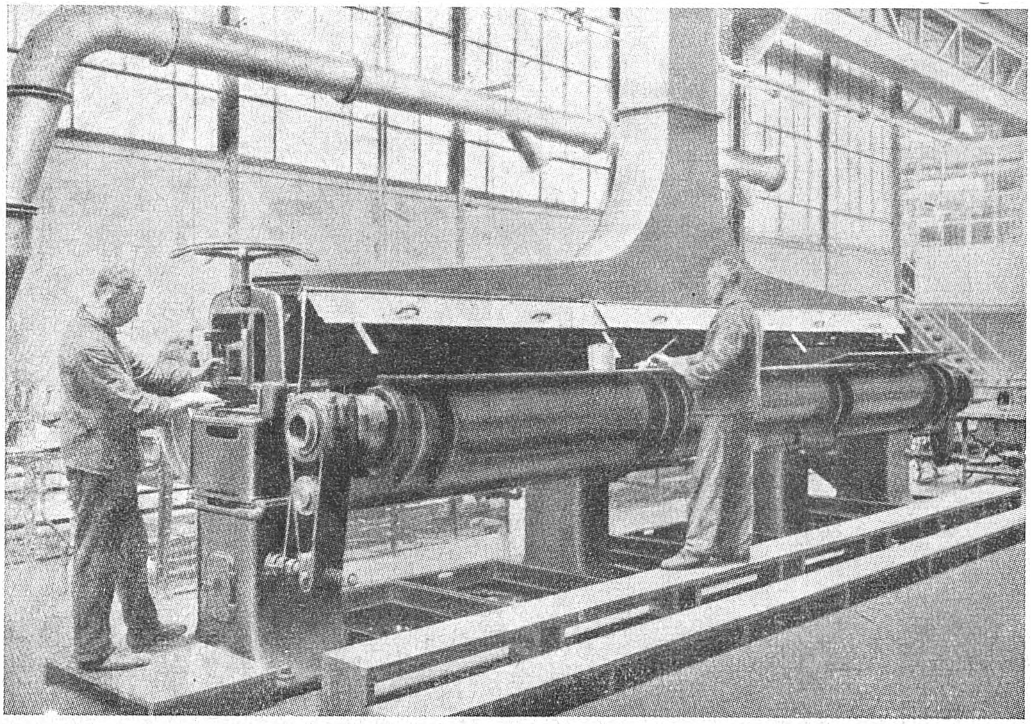


Rys. 33. Wykonywanie prętów do stojanów

W probierni (rys. 38) zdejmuje się poza tym charakterystyki biegu jałowego i zwarcia, mierzy spółczynnik rozproszenia oraz straty w żelazie i miedzi. Zdejmuje się również oscylograficznie krzywą napięcia (rys. 42), która w nowoczesnych turbogeneratorach odpowiada prawie dokładnie sinusoidzie; świadczy to o braku wyższych harmonicznych, niebezpiecznych ze względu na możliwość wywołania przepięć.

7. Maszyny synchroniczne wolnobieżne.

Wykonywa się je jako pionowe i poziome. Osiągalne moce graniczne są jeszcze większe niż w turbogeneratorach. Wielkość maszyn jest ograniczona wytrzymałością mechaniczną materiału i gabarytem kolejowym. Tabl. II podaje zestawienie osiągalnej — przy dzisiejszym stanie techniki — największej mocy wolnobieżnych prądnic synchronicznych z wirnikami jednolitymi i składanymi dla stosunku obrotów maksymalnych do znamionowych równego 1,8 i 2,5. Rekordowym osiągnięciem światowym był w 1938 r. zbudowany w ZSRR generator do turbiny wodnej o mocy 68 750 kVA i 62,5 obr./min. W czasie prób na zwyżkę obrotów prędkość obwodowa dochodziła do 150 m/s, co stawia duże wymagania wytrzymałościowe pierścieniowi i zamocowaniu biegunów.

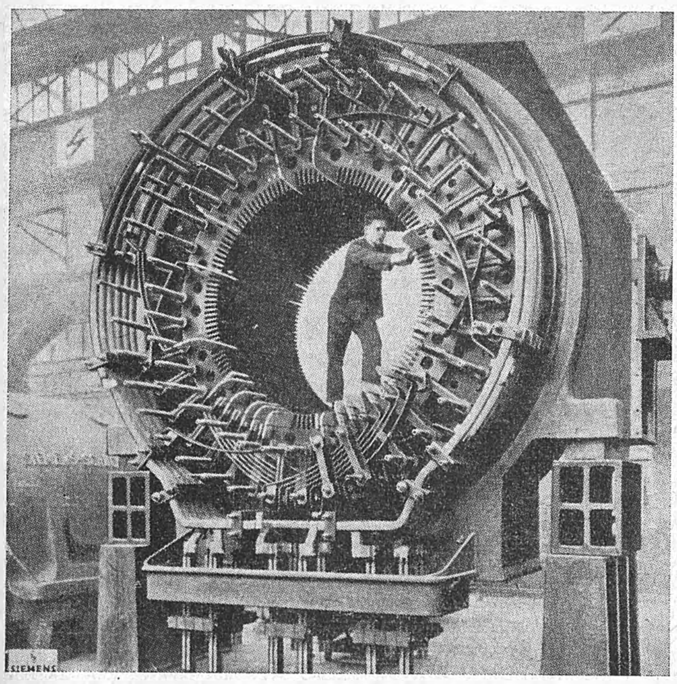


Rys. 34. Maszyna do opiekania prętów

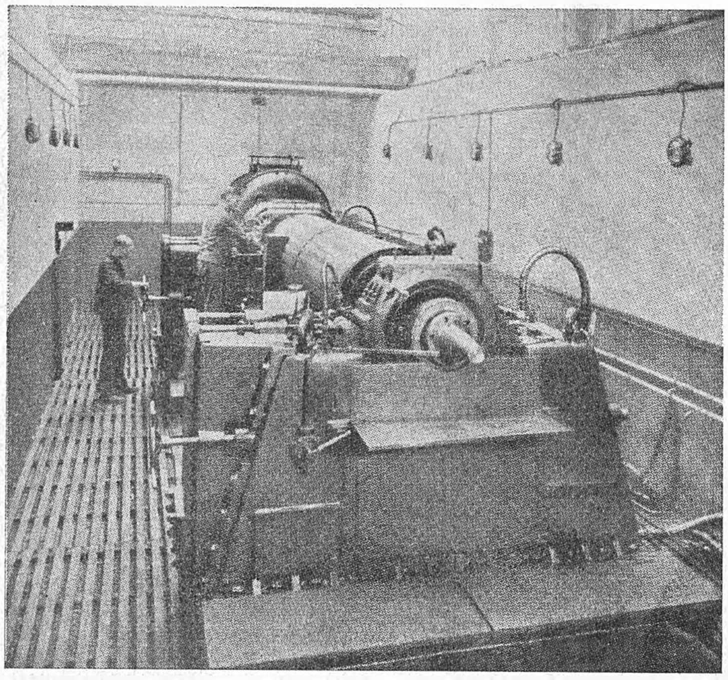
Tablica II. Górne moce graniczne wolnobieżnych maszyn synchronicznych

$\frac{n_{max}}{n_{znam}}$	1,8		2,5	
	kVA	2 p	kVA	2 p
Wirnik jednolity (l = 2,5 m; D = 4,9 m)	120 000	18	80 000	24
Wirnik składany	340 000	68	230 000	82

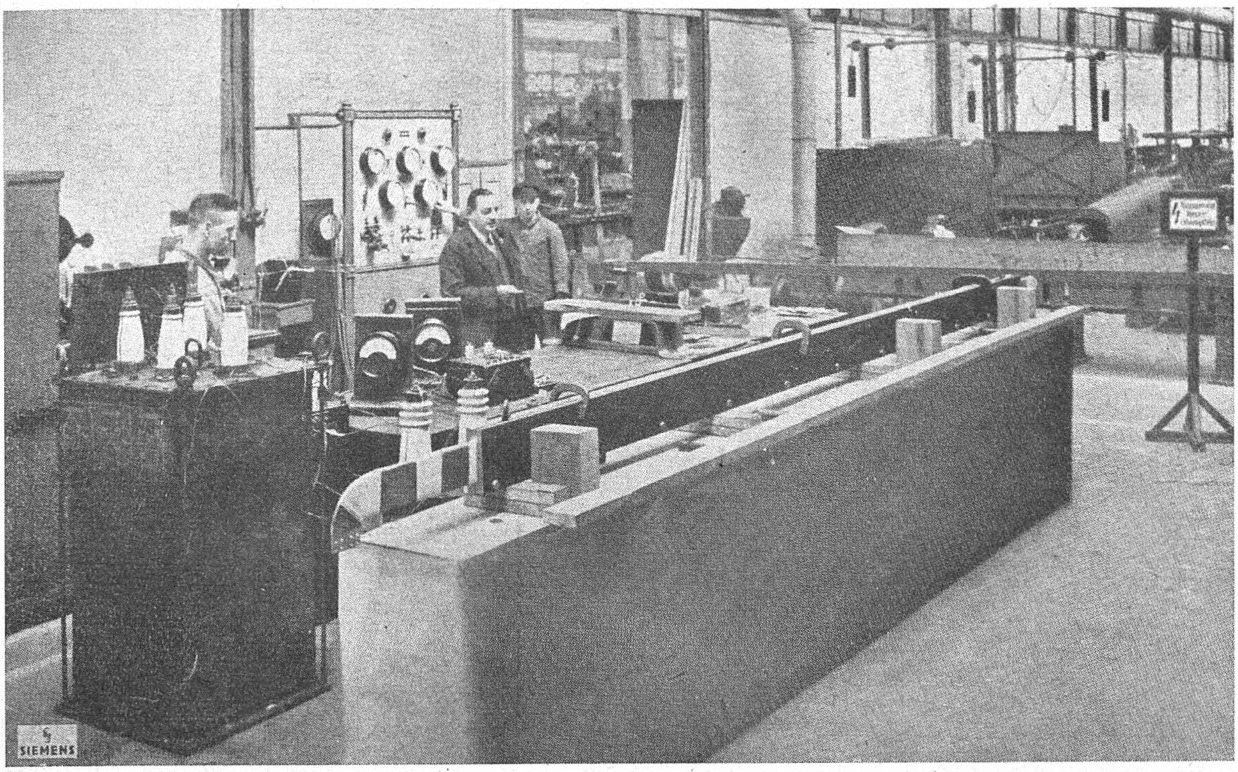
Rys. 39 przedstawia wirnik pionowego generatora o mocy 22 000 kVA i 100 obr./min. podczas prób na zwyżkę obrotów (próba przy 280 obr./min.). Przy próbach na 280



Rys. 35. Dopasowywanie uzwojenia w ćwiartce stojana turbogeneratora na 100 000 kVA, 1500 obr./min.



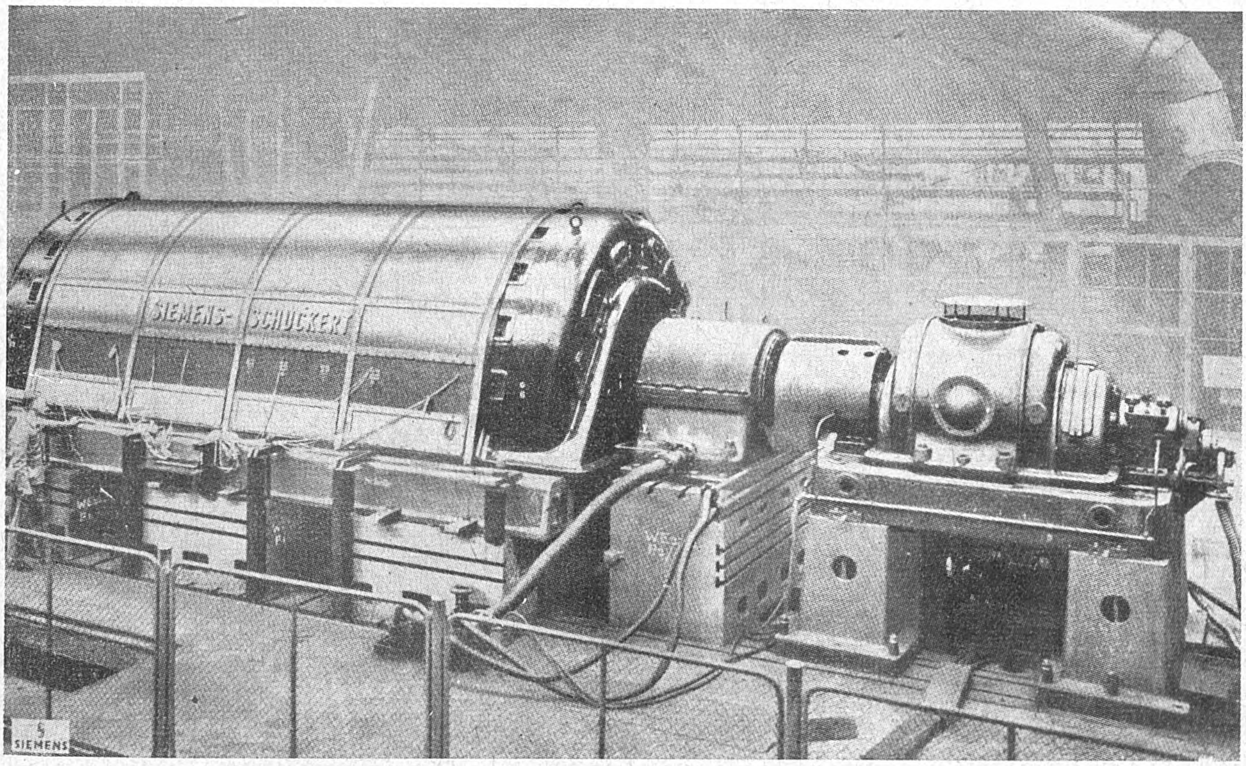
Rys. 36. Pomieszczenie do badania wirników przy podwyższonych obrotach



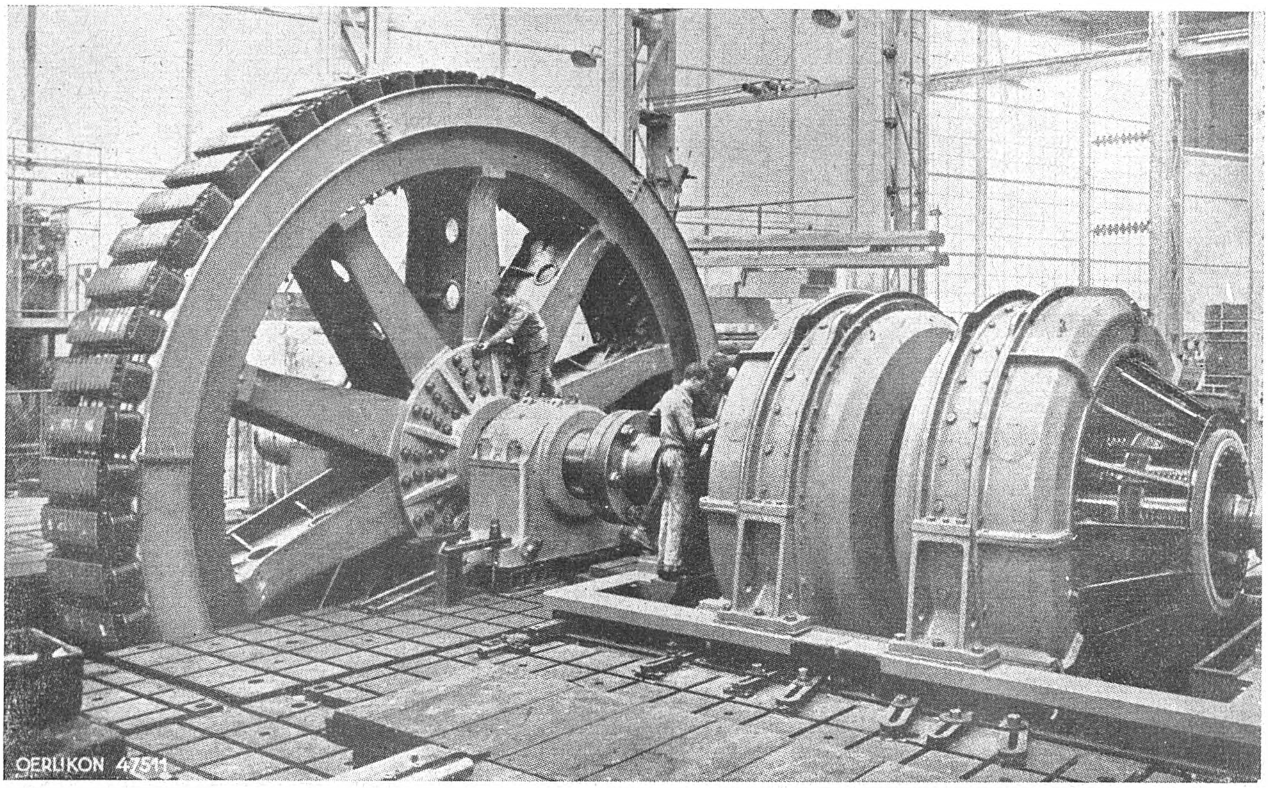
Rys. 37. Urządzenie do badania prętów stojana

obr./min. wirnik napędzano podwójnym silnikiem prądu stałego. Rys. 40 podaje fragment zakładania na gorąco pierścieni wirnika, nagrzewanych elektrycznie przy pomocy prądów wirowych, wytwarzanych przez widoczne na rysunku uzwojenia pomocnicze (prowizoryczne cewki). Rys. 41 pokazuje montaż biegunów.

Największy wykonany w Europie (w czasie wojny) generator do turbiny wodnej ma następujące znamiona: 100 000 kVA, cos φ = 0,9, 16 500 V, 50 lub 60 Hz, 150 obr./min., n_{max} = 298 obr./min.; średnica zewnętrzna stojana 10 m, wysokość ponad podłogę maszynowni 8,8 m; stojan waży 425 t i składa się z 6 części, wirnik waży 560 t



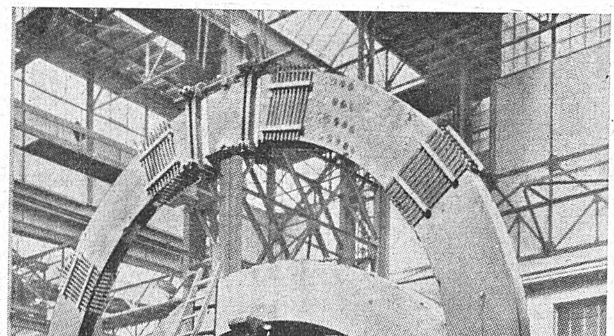
Rys. 38. Turbogenerator na 80 000 kVA, 3000 obr./min. podczas prób



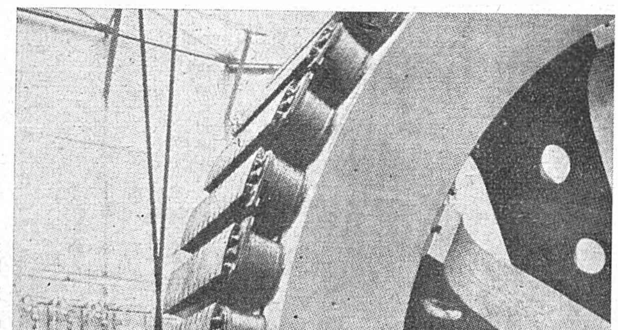
Rys. 39. Wirnik pionowego generatora trójfazowego na 22 000 kVA, 100 obr./min. w czasie prób na zwyżkę obrotów w probierni

i składa się również z 6 części; obciążenie łożyska wynosi 1140 t. Rys. 43 przedstawia widok ogólny, rys. 44 — wykonywanie kadłuba spawanego, rys. 45 — pakietowanie stojana, rys. 46 — jedną z trzech dwudzielnych części wirnika staliwnego.

Przy wyborze wymiarów zasadniczych tej maszyny, mianowicie średnicy i długości, kierowano się tym, żeby przy podwyższonych obrotach prędkość obwodowa wirnika nie przekroczyła 125 m/s i żeby można było transportować poszczególne części koleją. Rdzeń stojana wykonany jest

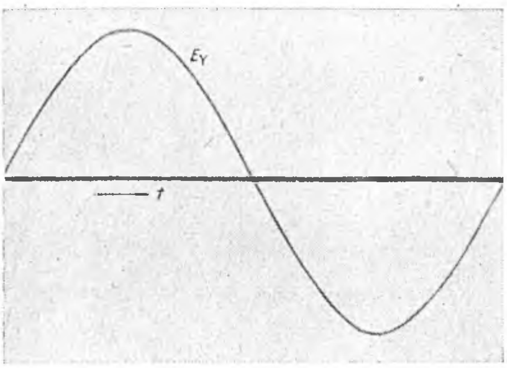


Rys. 40. Montaż wirnika: nakładanie na gorąco pierścieni na gwieździe wirnika

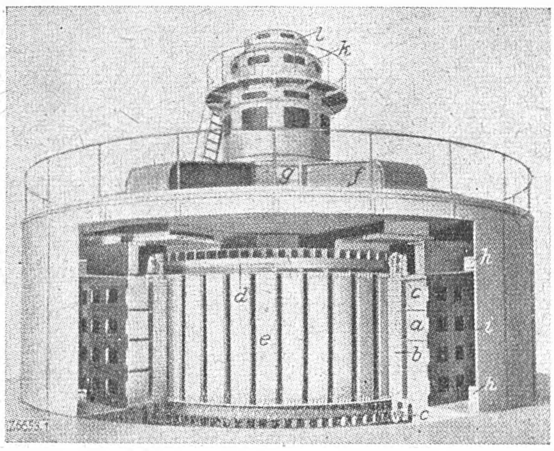


Rys. 41. Przymocowywanie biegunów śrubami do pierścienia wirnika generatora wolnobieżnego na 22 000 kVA; 100 obr./min.

ze 110 000 segmentów wykrojonych łącznie ze wszystkimi żłobkami i otworami z blachy o grubości 0,5 mm przy pomocy jednego kompletnego wykrojnika. Przez kanały wentylacyjne stojana przechodzi 74 m³/s powietrza chłodzącego. Wał musi wytrzymać całkowite obciążenie 1140 t i moment obrotowy zwarcia 6 300 000 kgm; jego dane są: średnica ponad 1 m, długość 10 m, ciężar 65 t. Wał jest na całej długości drążony, średnica otworu wynosi 300 mm.

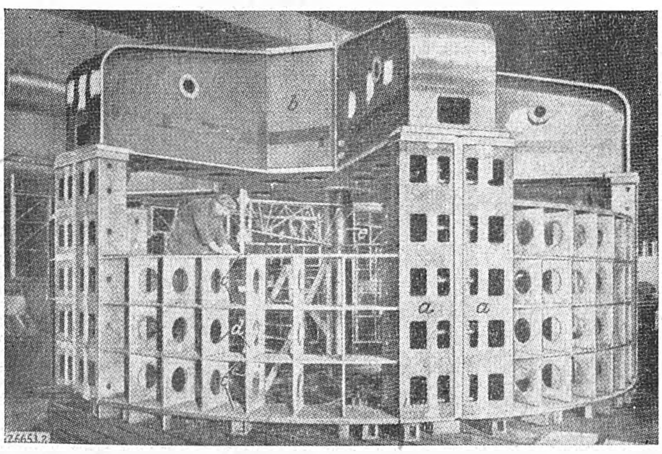


Rys. 42. Krzywa napięcia turbogeneratora na 40 000 kVA



Rys. 43. Generator do turbiny wodnej na 100 000 kVA, 16 500 V, 150 obr./min. (zdjęcie z modelu)

a kadłub stojana
b żelazo czynne stojana
c głowice uzwojeniowe stojana
d wirnik
e bieguny
f stojak gwiaździsty
g łożysko dźwiżne wbudowane w stojak gwiaździsty
h chłodnica
i osłona powietrzna
k wzbudnica główna
l wzbudnica pomocnicza



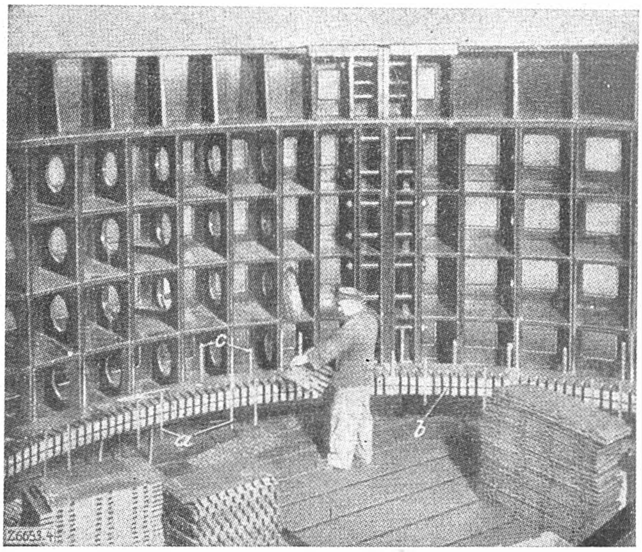
Rys. 44. Składanie kadłuba stojana

a słupy podwójne w liczbie 6 skręcone śrubami
b stojak gwiaździsty górny
c przypawane segmenty konstrukcji
d przypawane żebra poprzeczne konstrukcji
e urządzenie pomiarowe ułatwiające składanie

W ZSRR zbudowano już generator o mocy 77 520 kVA i 83 obr./min.; średnica jego wirnika wynosi 10,5 m, średnica zewnętrzna stojana 12,5 m, całkowita wysokość 11 m.

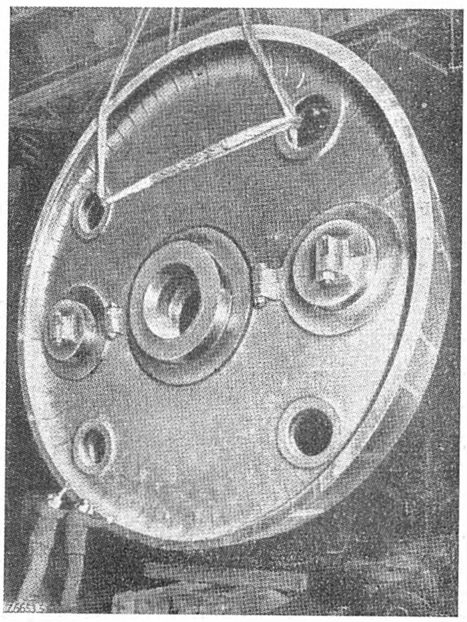
8. Silniki synchroniczne.

Po pokonaniu początkowych trudności, związanych z rozruchem, stosuje się obecnie w coraz to szerszym zakresie maszyny synchroniczne również jako silniki — do największej mocy włącznie. Silnikowi synchronicznemu daje się pierwszeństwo w stosunku do silnika asynchronicznego wszędzie tam, gdzie chodzi jednocześnie o poprawę spółczynnika mocy. Do zalet silników synchronicznych należą: 1) większa szczelina, zwiększająca bezpieczeństwo



Rys. 45. Układanie blach segmentowych stojana

a wkładki do wytyczania żłobków
b jeden z 39 otworów wentylacyjnych
c tymczasowy sworzeń kierowniczy zamieniany później na śruby ściskające



Rys. 46. Dwudzielne koło biegunowe ze staliwa

Nie nałożono jeszcze pierścieni skurcznych (po trzy na każdej stronie)

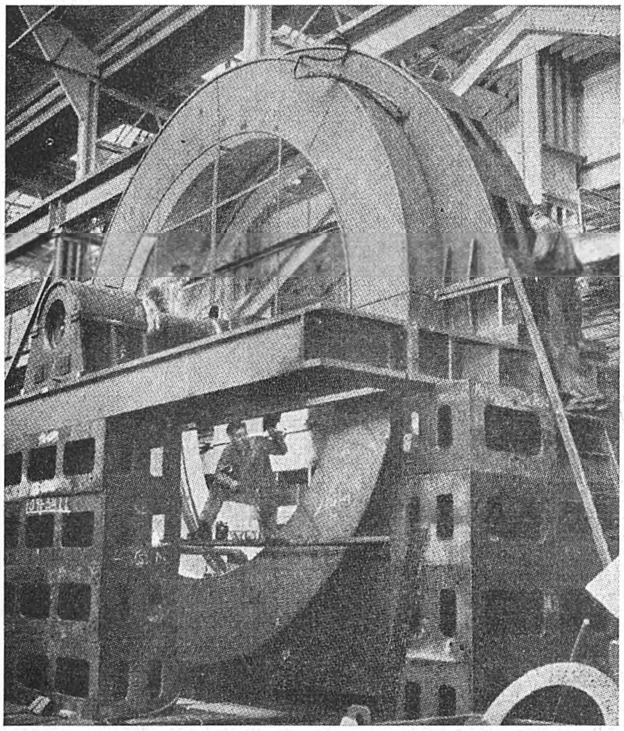
pracy, 2) zależność momentu obrotowego od pierwszej potęgi zmiany napięcia, a nie od kwadratu jak w silnikach asynchronicznych, 3) na ogół lepsza sprawność.

Rys. 47 przedstawia silnik synchroniczny o mocy 4000 k. m. na 6600 V, 60 Hz, 78 obr./min., o łącznym ciężarze 110 t.

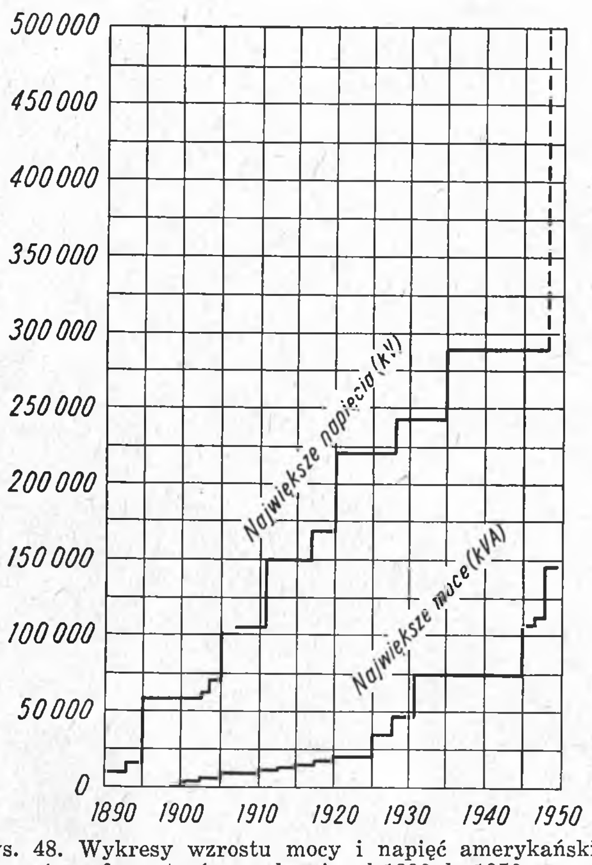
III. TRANSFORMATORY

W budowie tak prostych urządzeń, jak transformatory, — zdawałoby się — nie można spodziewać się zasadniczych nowości. Jest jednak inaczej. Rys. 48 podaje w postaci wykresu historię wzrostu mocy i napięć amerykańskich transformatorów; rozwój ten ma ciągle jeszcze charakter dynamiczny.

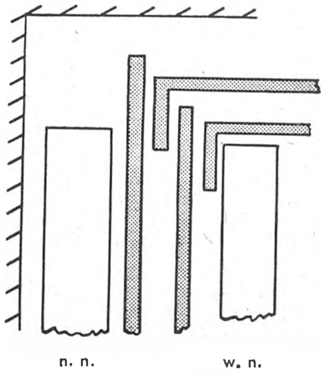
W ostatnich czasach można zauważyć znaczny postęp w dziedzinie transformatorów, a to dzięki: 1) przejściu z izolacji twardej na miękką, 2) zastosowaniu blachowania promieniowego, 3) zastosowaniu coraz to lepszych blach (do 0,5 W/kg).



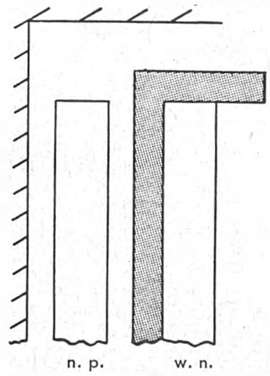
Rys. 47. Silnik synchroniczny na 4000 k. m., 6600 V, 60 Hz, 70 obr./min. o wadze 110 t



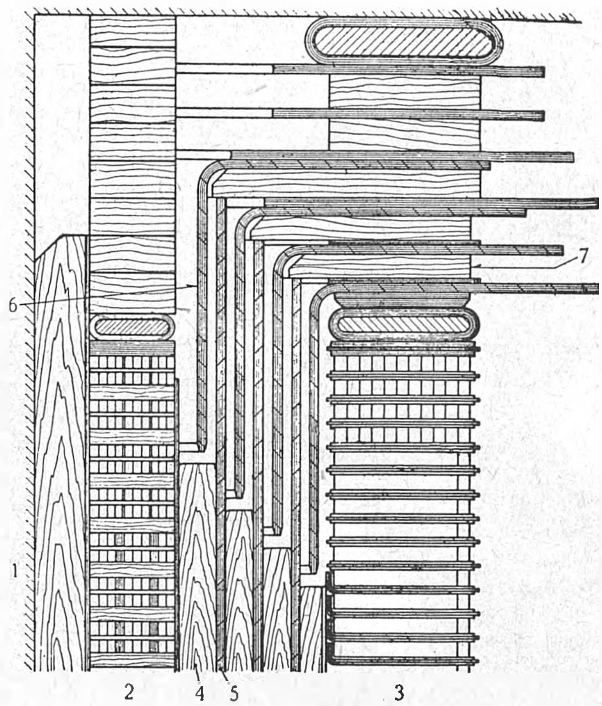
Rys. 48. Wykresy wzrostu mocy i napięć amerykańskich transformatorów w okresie od 1890 do 1950 r.



Rys. 49. Szkic starego układu izolacyjnego między uzwojeniem niskiego i wysokiego napięcia transformatorów



Rys. 50. Szkic nowego układu izolacyjnego między uzwojeniem niskiego i wysokiego napięcia transformatorów



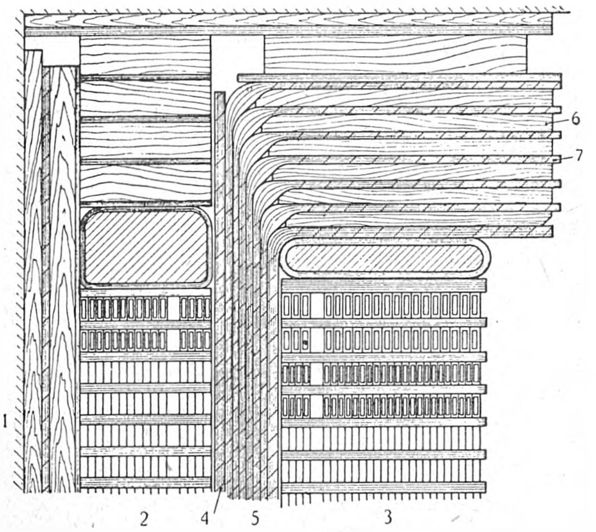
Rys. 51. Przekrój przez uzwojenie i izolację transformatora starej budowy

Główna izolacja: olej i twarde tuleje oraz kołnierze z papieru bakielizowanego

1 żelazo
2 uzwojenie dolnego napięcia
3 uzwojenie górnego napięcia
4 listwy drewniane
5 tuleje izolacyjne
6 kołnierze izolacyjne kątowe
7 przekładki dystansowe

Rys. 49 przedstawia schematycznie układ izolacyjny stary, składający się z twardych cylindrycznych tulei, wykonanych z papieru bakielizowanego oraz z izolacji kątowej, tzw. kołnierzy, wykonanych również z papieru bakielizowanego. Rys. 50 przedstawia schematycznie układ izolacyjny miękki z papieru nasiąkniętego olejem. Rys. 51 i 52 są to rysunki wykonawcze.

Rys. 51 podaje przekrój typowego transformatora na 150 kV i 25 000 kVA. W stosunkowo znacznej przestrzeni między uzwojeniami mieszczą się w regularnych odstępach twarde tuleje z papieru bakielizowanego. Na końcach uzwojenia znajdują się kątowe pierścienie, wsunięte mię-

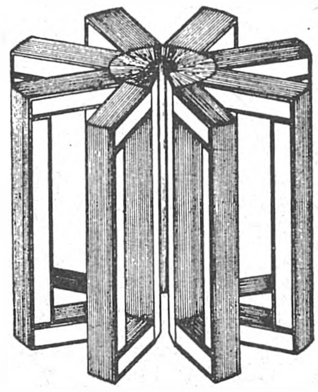


Rys. 52. Przekrój przez uzwojenie i izolację transformatora nowej budowy

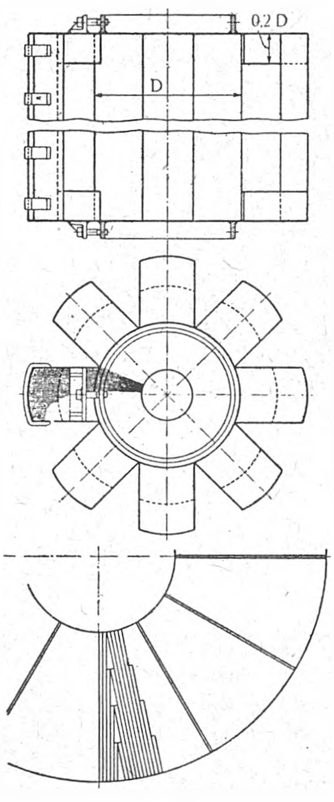
Główna izolacja: zwój z papieru przesiąkniętego olejem, zakończony kołnierzem
1 żelazo
2 uzwojenie dolnego napięcia
3 uzwojenie górnego napięcia
4 tuleja z papieru bakielizowanego
5 papier izolacyjny
6 wkładki
7 kołnierz papierowy

dzy tuleje, wykonane również z papieru bakielizowanego, których kołnierze izolują uzwojenia od jarzm. Całość stanowi olejowy układ izolacyjny, poprzegradzany twardymi przegrodami. Stała dielektryczna oleju wynosi ok. 2,2, papieru bakielizowanego ok. 4—4,5. Ponieważ naprężenia elektryczne rozkładają się odwrotnie proporcjonalnie do stałych dielektrycznych, więc warstwy oleju przejmują dwa razy większe naprężenie w kV/cm niż twarde przegrody z papieru bakielizowanego. Nie jest więc wyzyskana wyższa wytrzymałość papieru bakielizowanego ani w czasie próby napięciowej, ani w ruchu, dopóki olej nie ulegnie przebiciu. Dopiero po przebiciu warstw oleju, np. wskutek powstania pomostów z zanieczyszczeń oleju między cylindrami, całe naprężenie elektryczne przechodzi na izolację twardą, którą dobiera się wobec tego na ogół w ten sposób, żeby w ciągu krótkiego czasu mogła wytrzymać całe napięcie probiercze. Odstęp między uzwojeniami trzeba jednak obliczyć tak, żeby olej nie był narażony elektrycznie powyżej swej wytrzymałości.

Między uzwojeniami znajduje się zatem więcej oleju, niż go potrzeba do chłodzenia. Im wyższe jest napięcie probier-

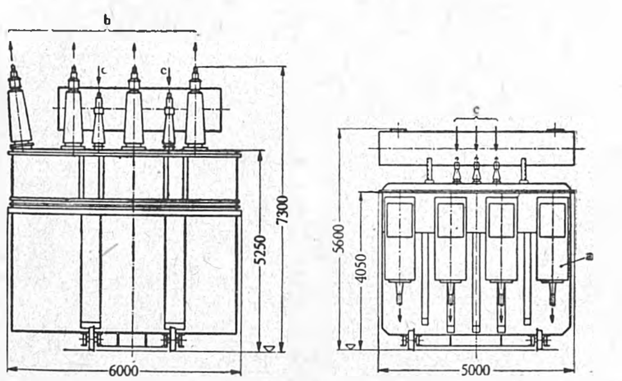


Rys. 54a



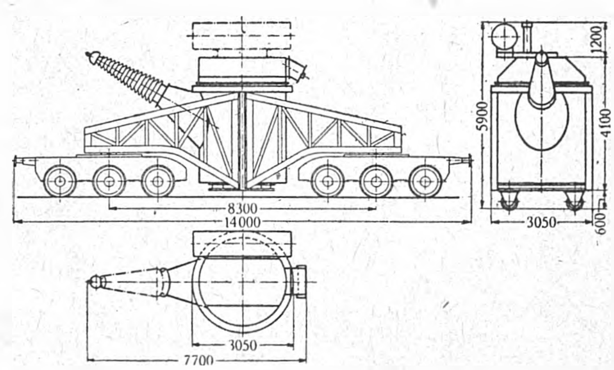
Rys. 54b

Rys. 54a i 54b. Rdzeń jednofazowego transformatora o promieniowym układzie blach



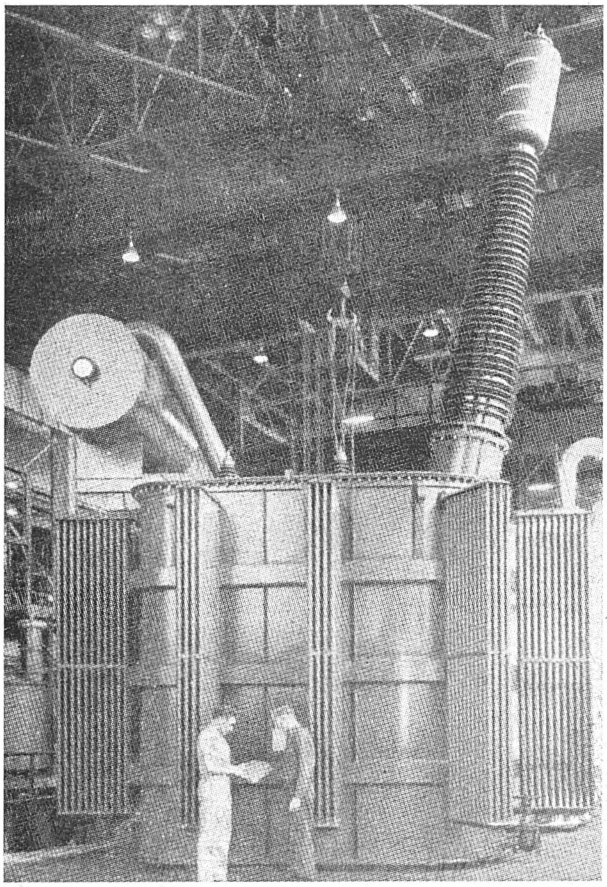
Rys. 53. Porównanie wielkości nowoczesnego transformatora o miękkiej izolacji z transformatorem z 1928 r.

Lewy szkic: transformator z 1928 r. o mocy 26 000 kVA
Prawy szkic: transformator nowoczesny o mocy 47 000 kVA



Rys. 55. Transformator jednofazowy o promieniowym układzie blach o mocy 80 000 kVA i napięciu górnym 400 kV, przeznaczony do układu trójfazowego o łącznej mocy 240 000 kVA

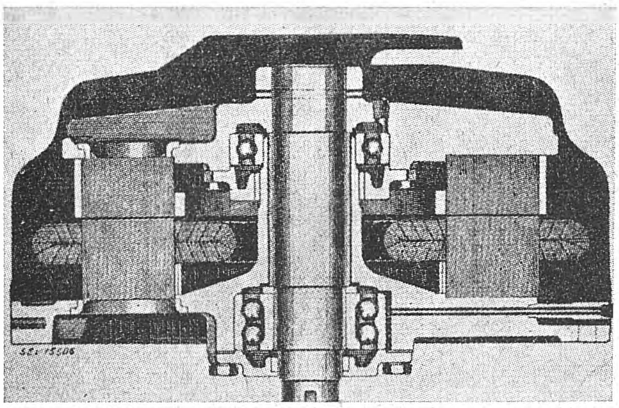
cze, tym istotniejszy jest odstęp między uzwojeniami dla wymiarów transformatora ze względu na napięcie rozproszenia. W celu utrzymania rozproszenia w odpowiednich granicach trzeba zatem zwiększać przekrój żelaza, co po-



Rys. 56. Transformator o mocy 10 000 kVA i przekładni 360/13,8 kV, zbudowany do celów doświadczalnych

woduje, szczególnie w dużych jednostkach, nadmierny stosunek ciężaru żelaza do miedzi, dochodzący do sześciu, gdy właściwy stosunek powinien wynosić 2—3.

Przez zastosowanie miękkiej izolacji w postaci nasiąkliwego papieru przesyconego olejem udało się zmniejszyć

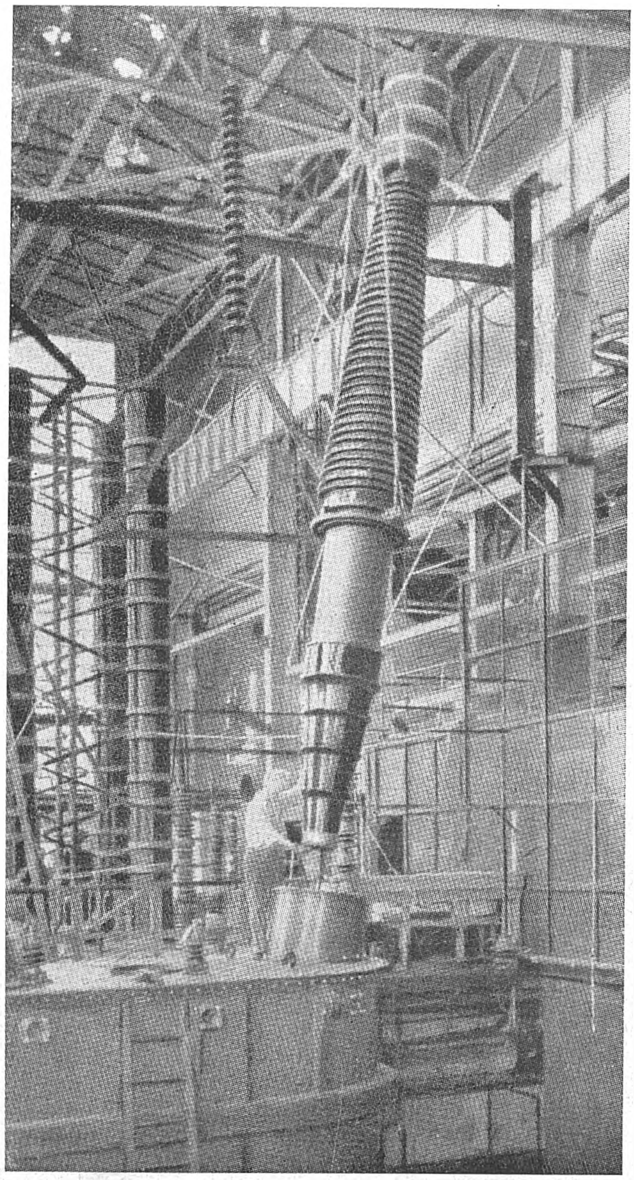


Rys. 58. Silnik klatkowy ze szczeliną promieniową

odstęp między uzwojeniami oraz odstęp między uzwojeniem a żelazem i sprowadzić stosunek ciężaru żelaza do miedzi do właściwych granic.

Rys. 52 przedstawia przekrój transformatora z miękką izolacją. Na stosunkowo cienki cylinder z papieru bakielizowanego, spełniający rolę sztywnego oparcia, nawija się nasiąkliwy papier o szerokości, równej łącznej długości izolacji cylindrycznej i kątowej. Średnicę wewnętrzną i grubość izolacji dobiera się tak, żeby zapełnić prawie całą przestrzeń między uzwojeniami dolnego i górnego napięcia. Po nałożeniu uzwojenia górnego napięcia nacina się papier na obu końcach cylindra na wąskie paski, które zagina się następnie promieniowo na zewnątrz. Co pewna ilość warstw papieru daje się przekładki z twardego materiału, pogrubiające kołnierzową część izolacji w celu nadania jej odpowiedniej wytrzymałości na wyładowania ślizgowe.

Wprowadzenie miękkiej izolacji pozwala na zmniejszenie odstępu między uzwojeniem niskiego i wysokiego napięcia więcej niż o połowę. Wpływa to bezpośrednio na zmniejszenie ciężaru oleju, wymiarów skrzyni i kosztów

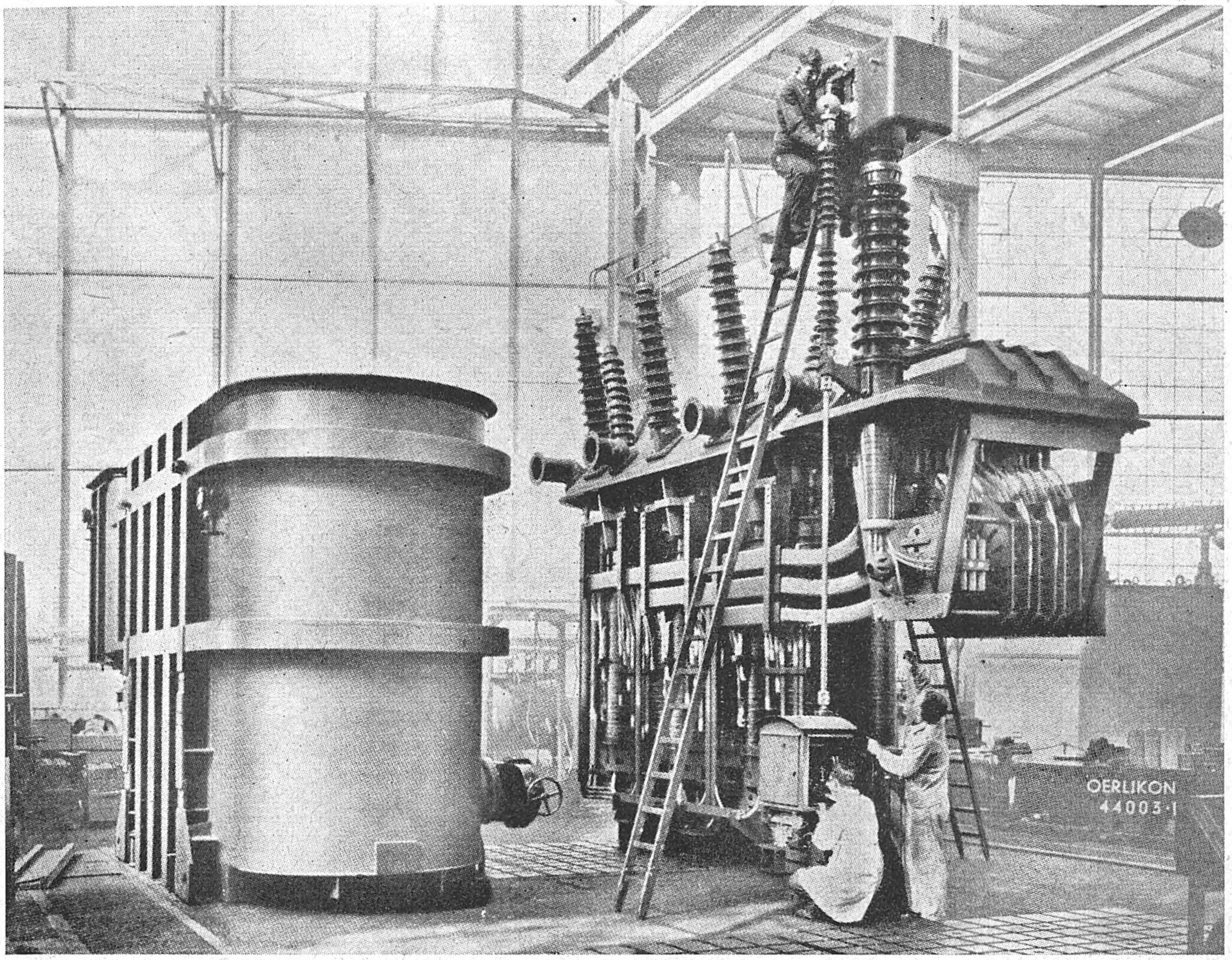


Rys. 57. Montaż izolatora przepustowego na napięcie 360 kV; z tyłu widoczny jest generator udarowy

materiałów izolacyjnych, pośrednio na bardzo pożądane zmniejszenie szerokości szczeliny strumienia rozproszenia.

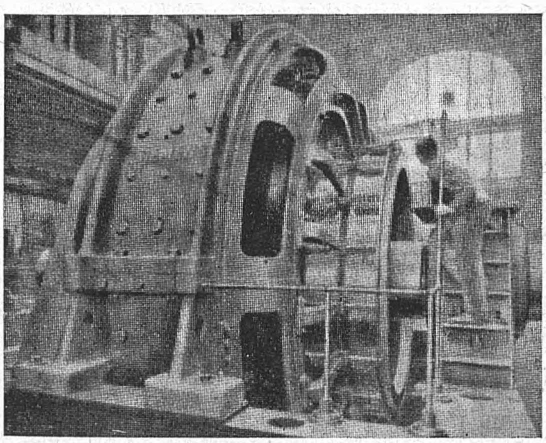
Następujące przykłady najlepiej naświetlają korzyści uzyskane przy pomocy miękkiej izolacji.

Firma BBC wykonała w 1931 r. olejowy transformator trójfazowy o mocy 10 000 kVA i napięciu 144 000/6835 $\pm$ 10 $\times$ 85,5 V, który ważył łącznie z olejem 66,3 t; transformator o mocy 20 000 kVA i tym samym napięciu, wykonany przez tę samą firmę z zastosowaniem izolacji miękkiej w 1940 r., ważył 68 t. Zużycie materiałów zmalało zatem prawie dwukrotnie. W innym przypadku firma BBC wykonała po 1940 r. transformator o mocy 47 500 kVA, który ważył tylko 75% tego, co transformator o mocy 26 000 kVA zbudowany w 1928 r., choć miał o 80% większą moc (ryc. 53).

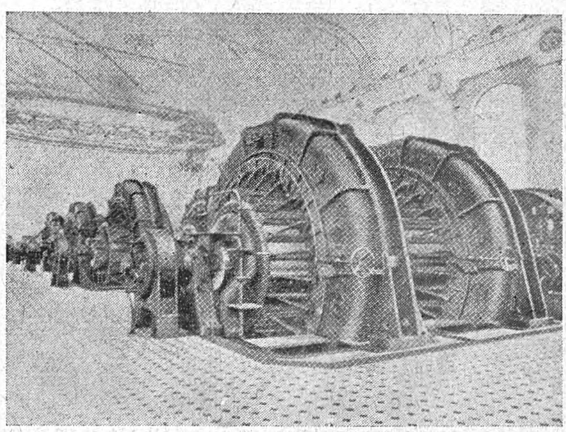


Rys. 59. Montaż transformatora regulacyjnego o mocy 30 000 kVA
Napięcie pierwotne reguluje się pod obciążeniem w 32 stopniach od 116 do 160 kV. Napięcie wtórne wynosi 150 kV

Rys. 54a i 54b podają zasadniczy układ czynnego żelaza jednofazowego transformatora z promieniowo ułożonymi blachami rdzenia. Układ ten daje tę ważną korzyść w porównaniu z wszystkimi innymi układami, że jarzmo w nim wymaga najmniej miejsca w stosunku do całkowitej wysokości żelaza. Jeśli oznaczymy przez D średnicę zewnętrzną rdzenia transformatora, to wysokość jarzma wynosi: D — w trójrdzeniowych transformatorach trójfazowych i dwurdzeniowych transformatorach jednofazowych, 0,58 D — w pięciordzeniowych transformatorach trójfazowych, 0,5 D — w czterordzeniowych i płaszczowych transformatorach jednofazowych oraz tylko 0,2 D — w jednofazowych transformatorach przy promieniowym ułożeniu blach rdzenia. Te ostatnie transformatory umożliwiają zatem najlepsze wyzyskanie wysokości transformatora. Ma to szczególne znaczenie w bardzo dużych wysokonapięciowych transformatorach, które powinny się zmieścić w gabarycie kolejowym bez rozmontowania czy odmontowania części. Rys. 55 podaje szkic jednofazowego transformatora o mocy 80 000 kVA i napięciu górnym 400 kV, mieszczącego się jeszcze w gabarycie kolejowym.

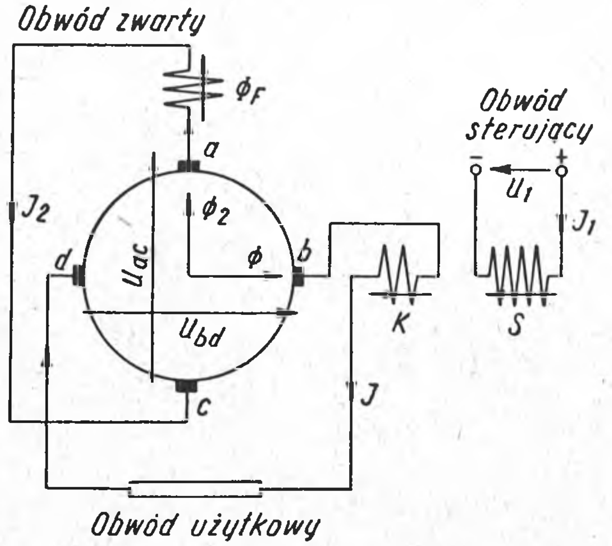


Rys. 60. Silnik walcowniczy prądu stałego o mocy największej 19 000 kW i 53 obr./min.; największy moment obrotowy wynosi 350 tm



Rys. 61. Bliźniacze prądnice prądu stałego, z których każda ma moc 6000 kW i 250 obr./min.

W związku z tym, że buduje się transformatory trójfazowe i układy, składające się z trzech jednostek jednofazowych, nasuwa się pytanie, które z tych dwu rozwiązań jest właściwsze; pierwsze rozwiązanie stosuje się w Europie, drugie w USA. Rozbieżność między poglądami europejskimi i amerykańskimi powoli zanika. Obecnie ustala się pogląd, że poniżej 20 000 lub 30 000 kVA opłaca się raczej budować jednostki trójfazowe, powyżej tego natomiast



Rys. 62. Schemat amplidyny

układy z trzech jednostek jednofazowych. Amerykanie budują jednak transformatory jednofazowe jako płaszczowe, Europejczycy natomiast jako promieniowe. Pochodzi to stąd, że w Ameryce materiały są tanie i robocizna droga, a w Europie jest przeciwnie. W Ameryce kalkuluje się więc korzystniej prostszy i cięższy transformator płaszczowy, w Europie — transformator z promieniowo blachowanym rdzeniem, który zawiera niewątpliwie minimum materiałów, ale jest za to bardziej skomplikowany i wymaga zatem większego nakładu pracy. Największy dotychczas zbudowany transformator jednofazowy ma moc 88 000 kVA. Trzy takie jednostki dają układ trójfazowy o łącznej mocy 264 000 kVA.

Rys. 56 przedstawia transformator o mocy 10 000 kVA na napięcie górne 360 kV, rys. 57 — montaż izolatora przepustowego na 360 kV; z tyłu widoczny jest generator udarowy, przy którego pomocy zbadano transformator napięciem 1000 kV.

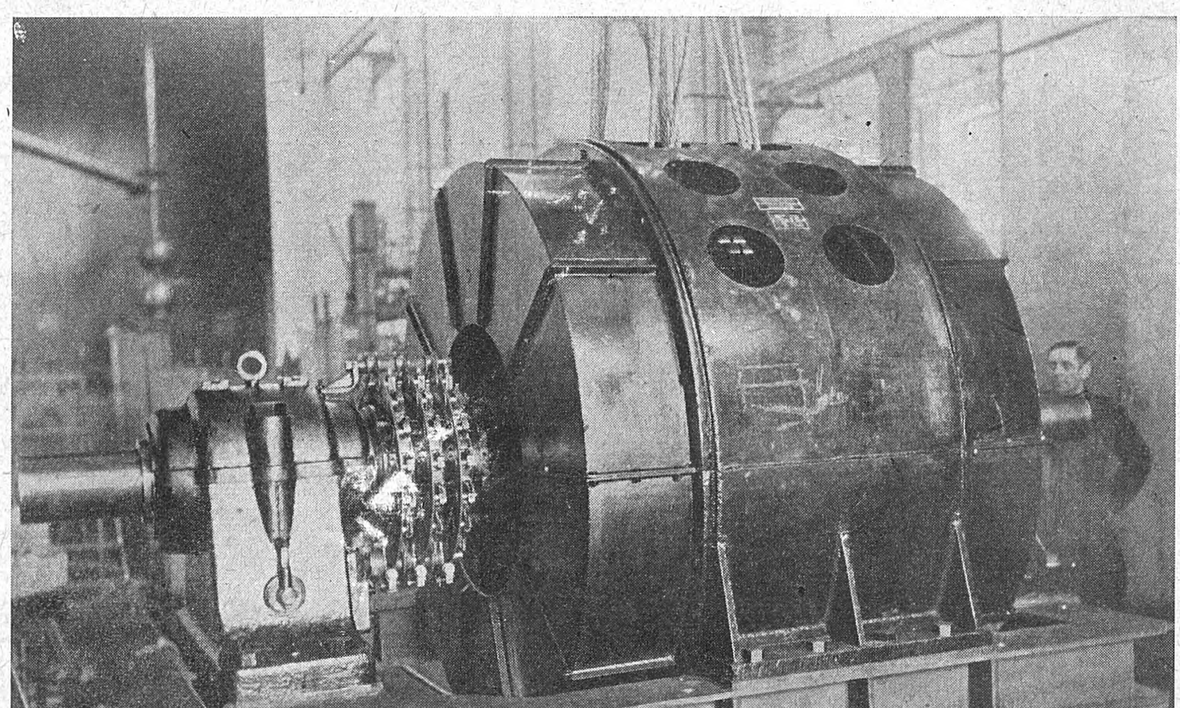
Obecnie stosuje się w coraz szerszym zakresie transformatory regulacyjne pod obciążeniem. Rys. 59 podaje widok takiego transformatora o mocy 30 000 kVA. W takich transformatorach rzuca się w oczy wielka ilość połączeń wewnątrz transformatora.

Jako pewnego rodzaju ciekawostkę amerykańską warto podać, że w USA stosuje się coraz częściej przyspawanie pokrywy do skrzyni zamiast śrubowania; to samo dotyczy kołnierzy izolatorów przepustowych. Amerykanie twierdzą, że tak jest taniej i szczelniej. Zostawiają tyle zapasu materiału, żeby starczyło na 6—8 rozcięć w przypadku naprawy, co powinno rzekomo wystarczyć na 50-letni okres pracy transformatora.

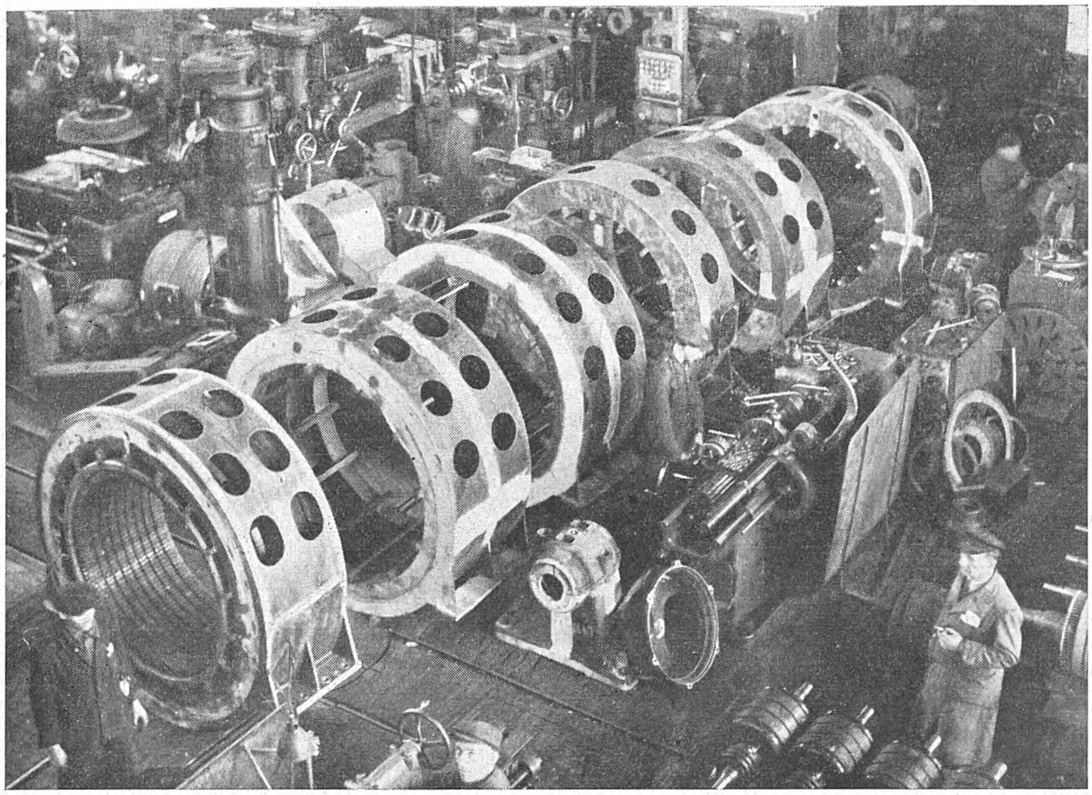
IV. MASZYNY ASYNCHRONICZNE

Największa dotychczas wykonana maszyna asynchroniczna ma moc 17 500 kVA przy 250 obr./min.; pracuje ona jako silnik i prądnica.

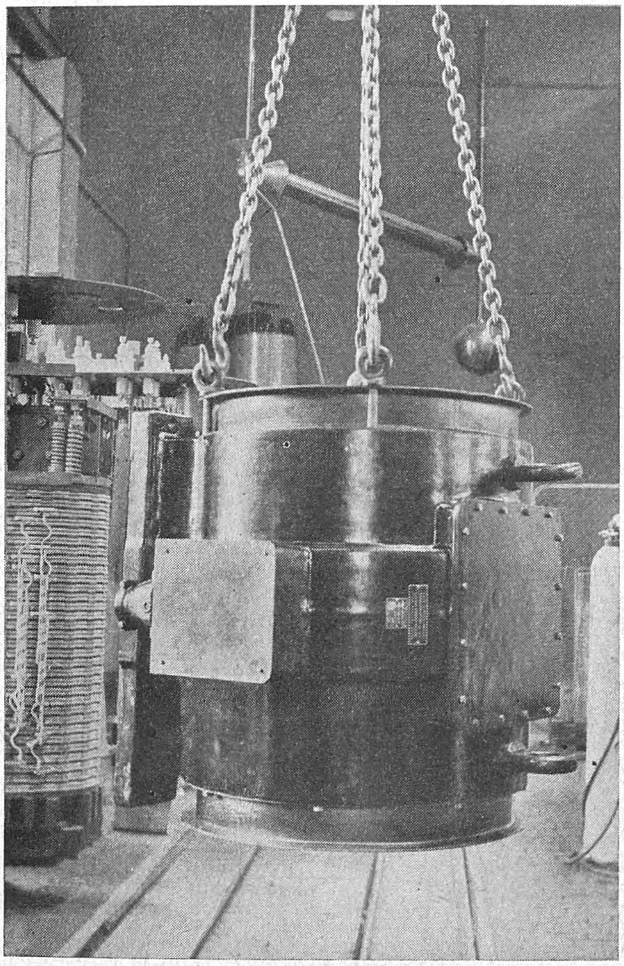
Dziedzina maszyn asynchronicznych stanowi najwdzięczniejsze pole do popisu dla podejścia ekonomicznego ze względu na olbrzymie serie. I tak np. najnowsza seria radziecka silników asynchronicznych dla mocy od 0,6 kW do 100 kW przewiduje tylko 2 wykonania, mianowicie okapturzone i zamknięte. Cała seria jest realizowana przy pomocy tylko 7 zewnętrznych średnic blach stojana. Przy

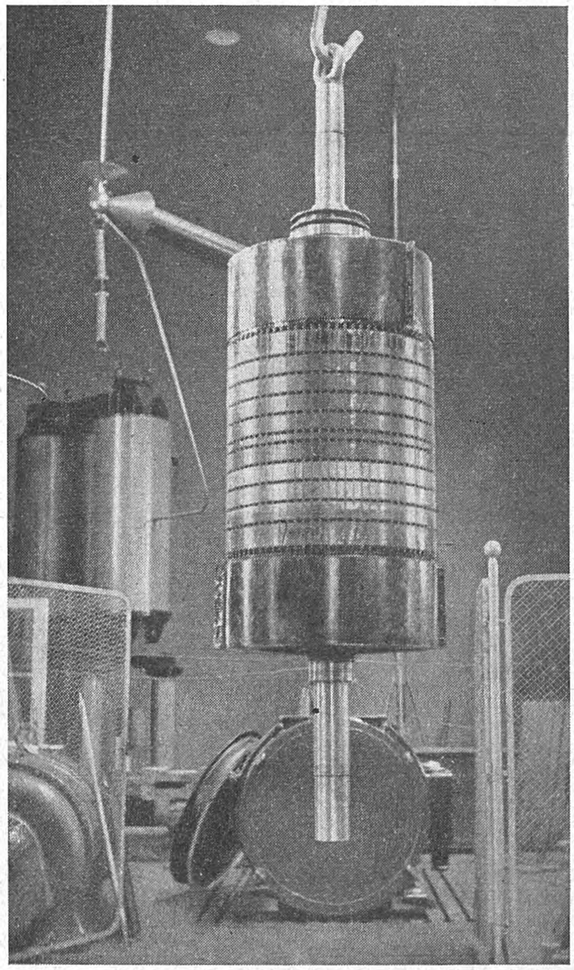


Rys. 63. Silnik asynchroniczny na 2000 kW, 6000 V, 735 obr./min.



Rys. 64. Seria kadłubów asynchronicznych silników walcowniczych o mocy 1000—3500 kW, 6000 V, 735 obr./min.





Rys. 65a i 65b. Stojan i wirnik specjalnego silnika asynchronicznego o mocy 1000 kW, 6000 V, 1450 obr./min., dostosowanego do opuszczania szybem kopalnianym

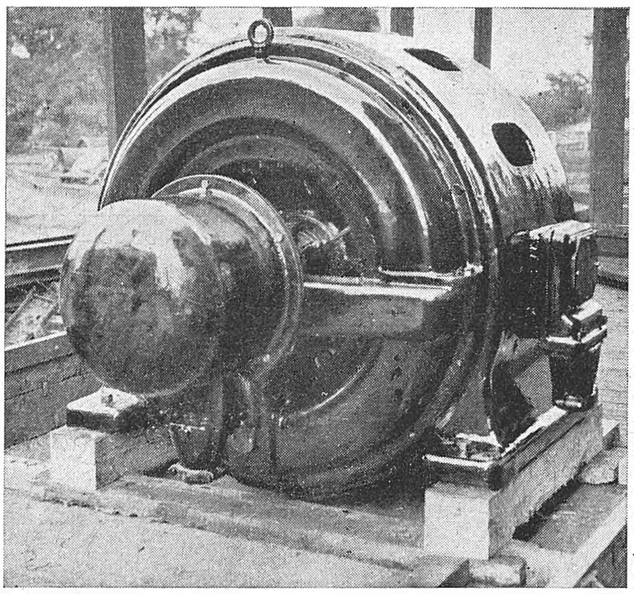
opracowaniu tej serii zwrócono szczególną uwagę na małą zmienność spółczynnika mocy i sprawności od obciążenia, co ma podstawowe znaczenie dla eksploatacji.

Tabl. III podaje według źródeł radzieckich wymiary gabarytowe i ciężary trójfazowych zwartych silników asynchronicznych o mocy 3,7—4,0 kW, wykonywanych w różnych okresach.

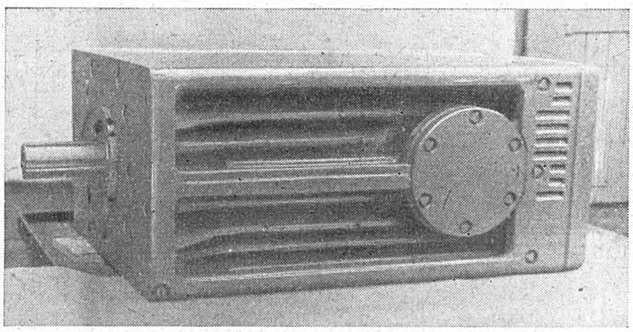
Tablica III. Wymiary gabarytowe i ciężary silników asynchronicznych

Rok budowy	Moc kW	Liczba obrotów na min.	Zewnętrzna średnica stojana mm	Całkowita długość mm	Ciężar kg
1893	3,7	1500	450	600	150
1903	3,7	1500	430	550	105
1913—26	4,0	1500	390	500	94
1926	4,0	1500	335	470	65
Ser. 1932	4,0	1500	310	450	60
„ 1937	4,0	1500	290	400	56

Ostatnio został opracowany przez konstruktorów amerykańskich typ silnika z wirnikiem klatkowym z promieniową

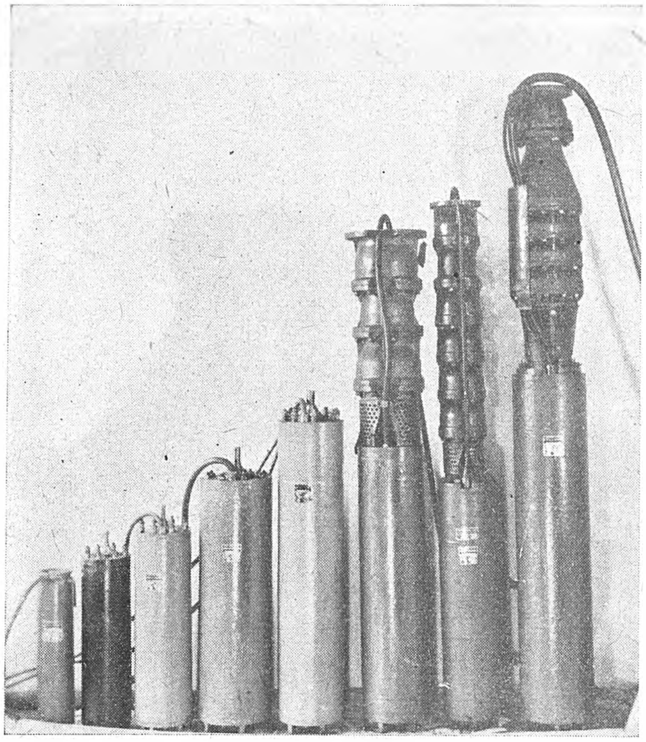


Rys. 66. Pierścieniowy silnik asynchroniczny o mocy ok. 700 kW, 735 obr./min., w wykonaniu przeciwwybuchowym

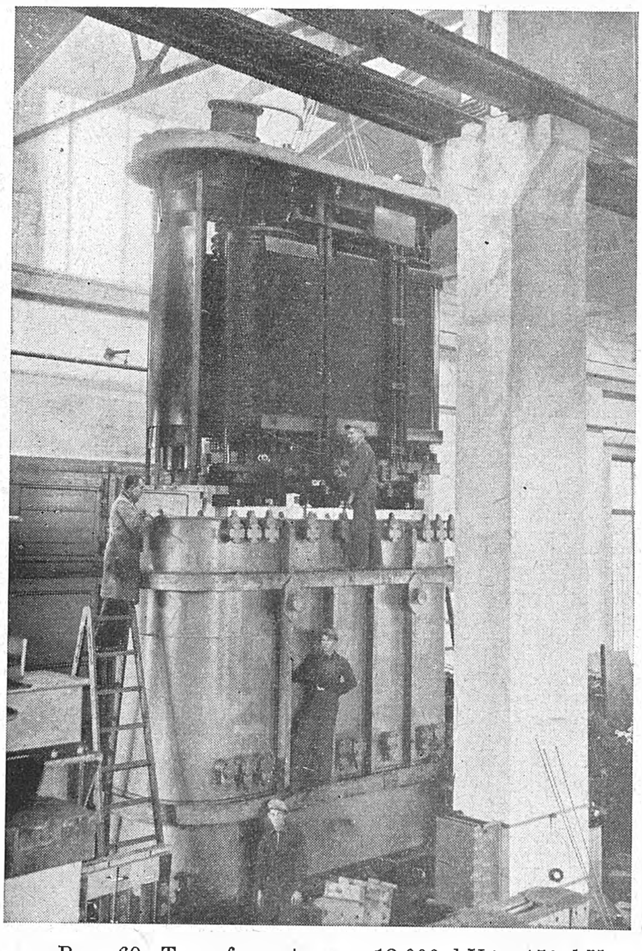


Rys. 67. Silnik napędowy do wrębówki

szczeliną powietrzną. Konstrukcja ta (rys. 58) wykazuje szereg zalet, zwłaszcza jeśli chodzi o wymiary silnika w kierunku osiowym oraz o jego ciężar. Dzięki odmiennym niż dotychczas kształtom silnik nadaje się szczególnie do napędu indywidualnego obrabiarek. Silnik ten odznacza się poza tym możliwością łatwego demontażu, prostą budową i bardzo prostym smarowaniem. Niestety, wyrób silnika nie jest ani tak prosty, ani tak ekonomiczny, jak w powszechnie dotychczas stosowanym typie silnika asynchronicznego. Przyszłość pokaże, jaką rolę odegra ten silnik w praktyce.



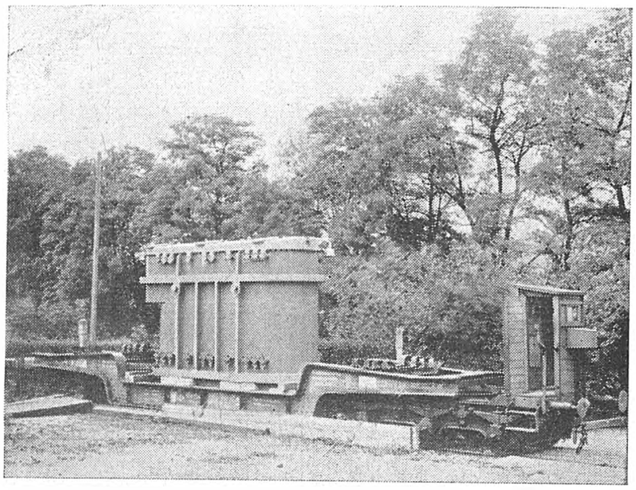
Rys. 68. Silniki napędowe do pomp głębinowych



Rys. 69. Transformator na 12 000 kVA, 150 kV

V. MASZYNY PRĄDU ZMIENNEGO Z REGULACJĄ OBROTÓW

W Europie stosuje się powszechnie maszyny komutatorowe lub układy kaskadowe. W USA natomiast raczej silniki prądu stałego z przekształtnikami. W dziedzinie ekonomicznej regulacji obrotów maszyn prądu zmiennego jest jeszcze dużo do zrobienia, szczególnie w przypadkach większych mocy.



Rys. 70. Transformator na 12 000 kVA, 150 kV na specjalnym wagonie o obniżonym podwoziu

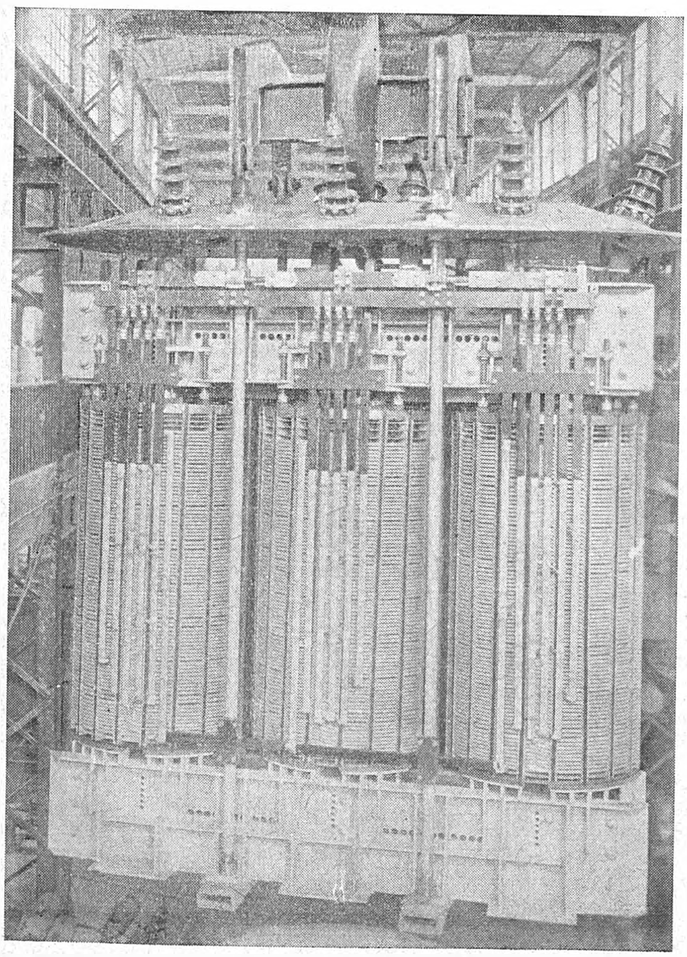
VI. MASZYNY PRĄDU STAŁEGO

Wielkość maszyn ograniczona jest przez komutację i napięcie międzywycinkowe na komutatorze. Przez wprowadzenie do żłobków obwodów tłumiących poprawiono komutację i zwiększono tym samym moc graniczną. Również wprowadzenie podwójnego uzwojenia pętlicowego zmniejszyło do połowy napięcie międzywycinkowe, co umożliwiło dwukrotne powiększenie mocy przy tym samym wyzyskaniu materiałów. Moce graniczne najłatwiej określa się przy pomocy iloczynu $P \cdot n$, gdzie P oznacza moc w kW, n — obroty na minutę; iloczyn ten wynosi w nowoczesnych dobrze wyzyskanych maszynach 4.10^6—6.10^6.

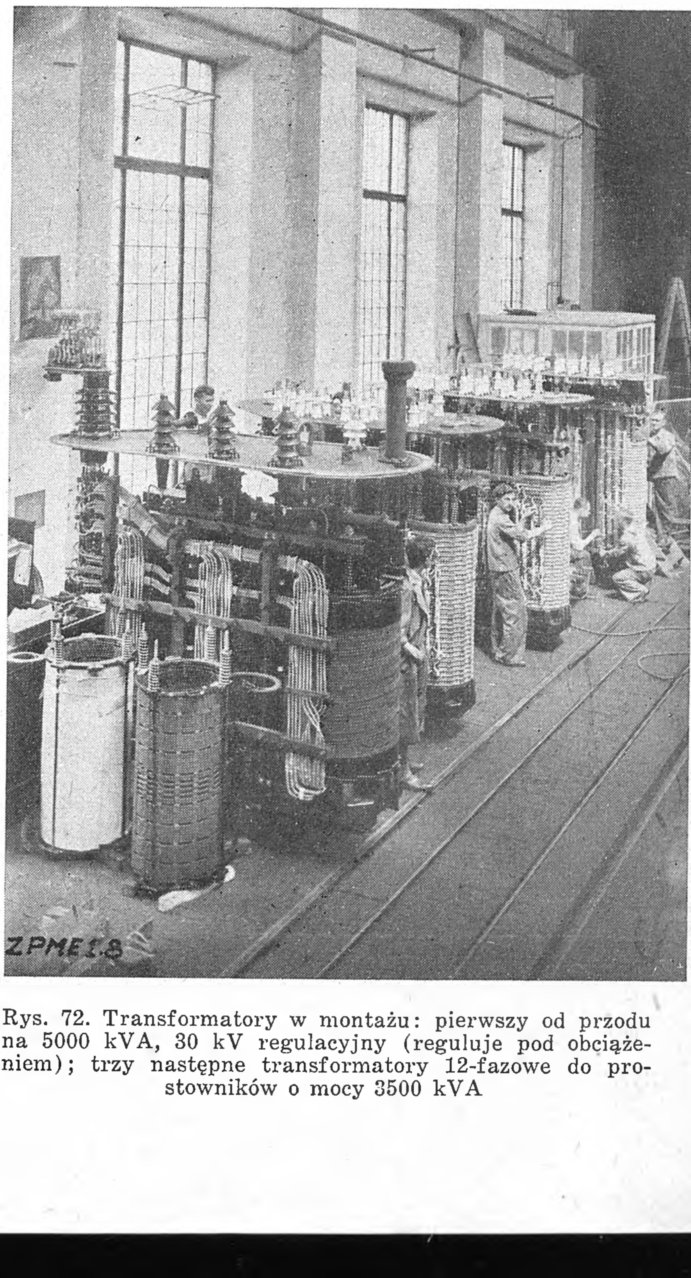
Zbudowano już generator do turbiny wodnej o mocy 15 000 kW przy 250 obr./min. Z zastosowaniem obwodów tłumiących i podwójnych uzwojeń pętlicowych udało się zbudować przetwornice Ilgnera na 500 obr./min. o mocy największej 11 000 kW. Odpowiadające im silniki walcownicze mają 6600 kW mocy ciągłej, 19 000 kW mocy największej i największy moment obrotowy 350 mt; dla dwutwornikowych układów daje to 700 mt. Rys. 60 przedstawia taki silnik. Rys. 61 podaje prądnice po 6000 kW i 250 obr./min.

M a s z y n y u n i p o l a r n e, wynalezione w 1903 r., zaczynają się znowu pojawiać w związku z potrzebami przemysłu chemicznego. Stosuje się je do elektrolizy przy napięciu 6—40 V. Buduje się je na ogół na natężenie 6000 do 50 000 A. W Związku Radzieckim wykonano już jednostkę na 300 000 A.

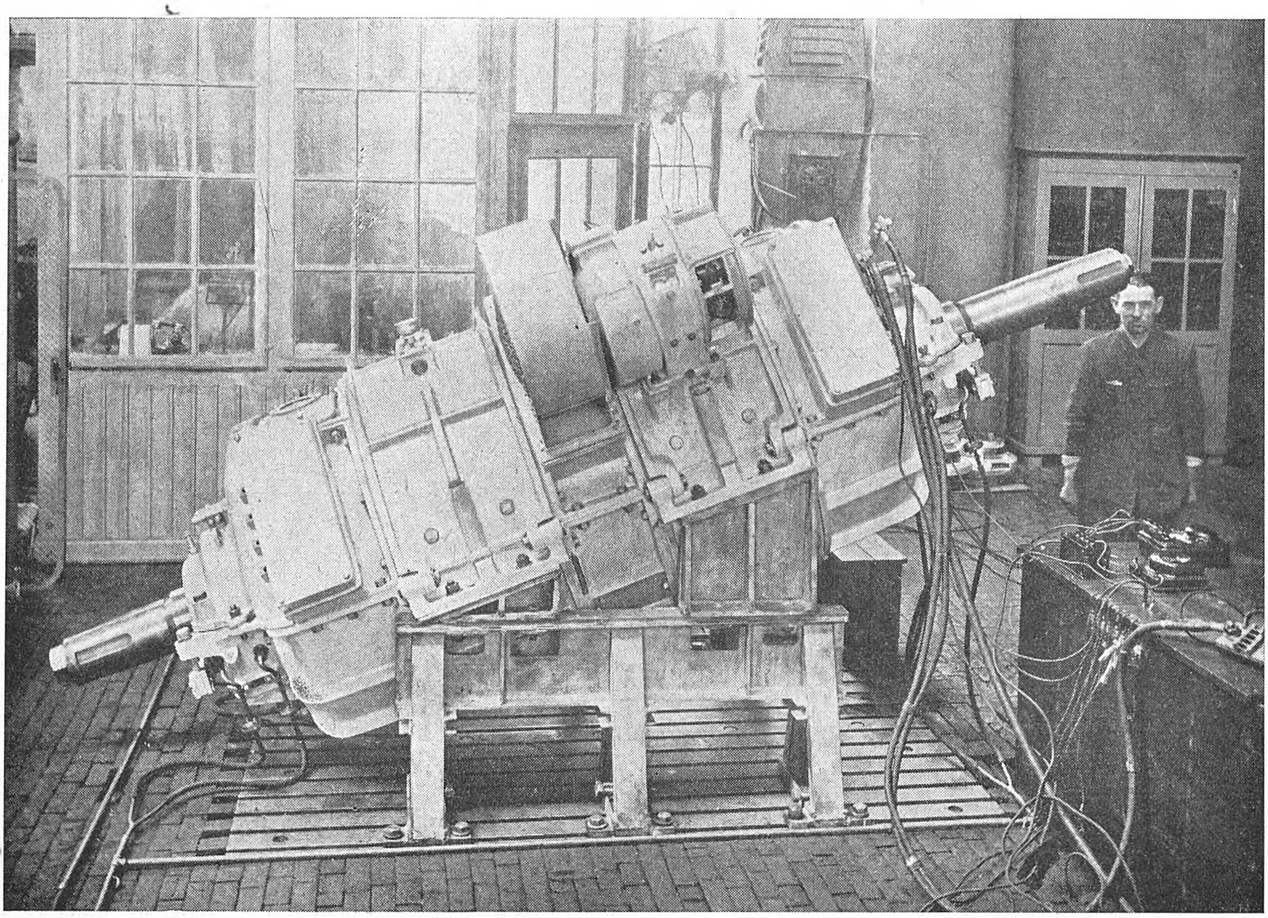
Specjalnym rodzajem maszyn prądu stałego są tzw. m e t a d y n y i a m p l i d y n y. Te ostatnie wynalazł w 1933 r. Włoch Pestarini. Są to maszyny wzmacniakowe o stopniu wzmocnienia 1000—10 000, zależnie od nasycenia magnetycznego i okładu prądowego. Maszyny te znalazły szerokie zastosowanie w Stanach Zjednoczonych do różnych układów regulacyjnych — do napędów walcowniczych, górniczych, papierniczych itp. Rys. 62 podaje schemat amplidyny.



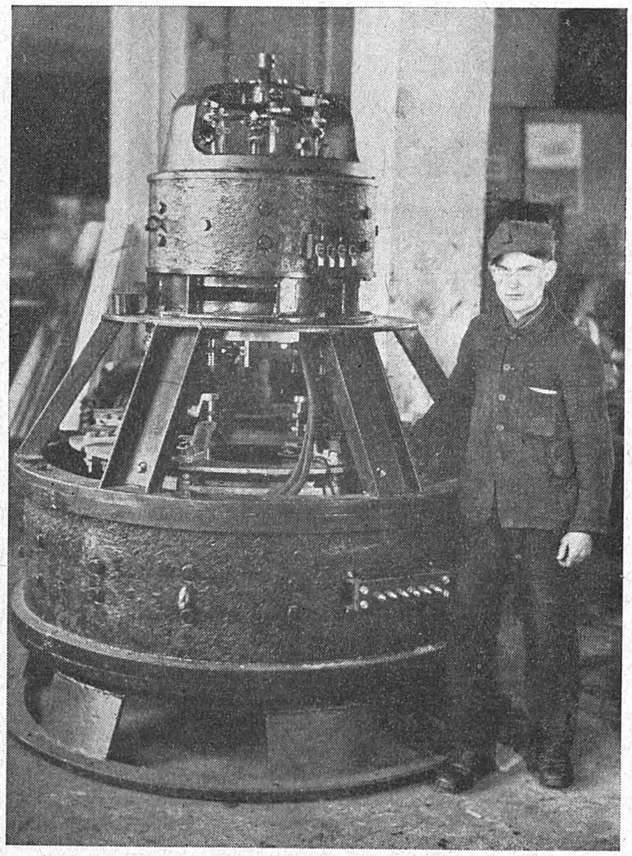
Rys. 71. Transformator na 40 000 kVA, 30/6,3 kV



Rys. 72. Transformatory w montażu: pierwszy od przodu na 5000 kVA, 30 kV regulacyjny (reguluje pod obciążeniem); trzy następne transformatory 12-fazowe do prostowników o mocy 3500 kVA



Rys. 73. Bliźniacza maszyna prądu stałego, pracująca jako silnik lub prądnica na statkach, w czasie badań w probierni



Rys. 74. Wzbudnica główna i pomocnicza dla pionowego generatora do turbiny wodnej

VII. PRODUKCJA KRAJOWA

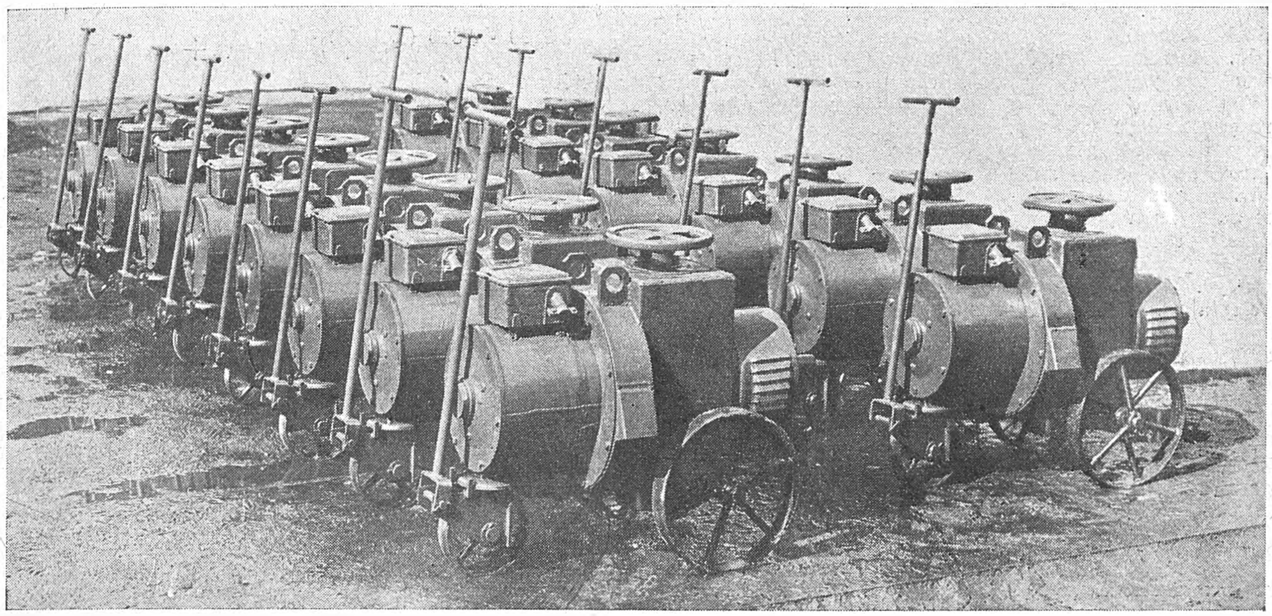
Na zakończenie podamy szereg ilustracji maszyn i transformatorów w wykonaniu krajowym.

Rys. 63 przedstawia silnik asynchroniczny na 2000 kW, 6000 V, 735 obr./min. w wykonaniu normalnym, rys. 64 — serię kadłubów podobnych silników o mocy 1000—3500 kW. Natomiast rys. 65a i 65b podają specjalne wykonanie silnika asynchronicznego na 1000 kW, 6000 V, 1450 obr./min., dostosowanego do opuszczania go szybem kopalnianym, a rys. 66 podaje pierścieniowy silnik asynchroniczny na 700 kW, 735 obr./min. w wykonaniu przeciwwybuchowym.

Rys. 67 pokazuje asynchroniczny silnik napędowy wrębówki kopalnianej, której produkcja jest już dorobkiem powojennym. To samo dotyczy silnika napędowego pomp głębinowych (rys. 68), różniącego się zasadniczo tym od normalnych silników asynchronicznych, że ma bardzo wydłużony kształt i że woda przechodzi przez wnętrze silnika; druty nawojowe nie mają zatem zwykłej izolacji bawełnianej, lecz grubą warstwę wysokogatunkowej gumy.

W dziedzinie transformatorów, które buduje się zarówno z izolacją twardą, jak i miękką, osiągnięcia krajowe są może największe. Rys. 69 przedstawia transformator na 12 000 kVA, 150 kV w fabryce, a rys. 70 — taki sam transformator na specjalnym wagonie kolejowym o obniżonym podwoziu. Rys. 71 pokazuje duży transformator 3-fazowy na 40 000 kVA 30/6,3 kV. Na rys. 72 widoczny jest na pierwszym planie przełączalny pod obciążeniem transformator regulacyjny na 5000 kVA, 30 kV; trzy następne — to 12-fazowe transformatory dla prostowników o mocy 3500 kVA.

Rys. 73 przedstawia zespół dwu bliźniaczych maszyn prądu stałego, pracujący jako silnik lub prądnica na statkach, podczas badania w probierni; taka maszyna musi sprostać wszystkim zadaniom przy różnych przechyłach statku — stąd to skośne ustawienie w czasie badań. Rys. 74 pokazuje zespół wzbudnicy głównej i pomocniczej dla pionowego generatora turbiny wodnej.



Rys. 75. Spawarki wirujące prądu stałego do 300 A

Spawarki wirujące prądu stałego (rys. 75) zaczęto produkować w kraju dopiero po wojnie*); znalazły one bardzo szerokie zastosowanie bodaj że we wszystkich przemysłach.

Z pokazanych ilustracji wynika, że zakres produkcji krajowego przemysłu elektromaszynowego jest szeroki i różnoraki. W ramach planu 6-letniego ulegnie on dalszemu rozszerzeniu i to zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym**).

LITERATURA

1. A. E. Aleksiejew. Konstrukcja elektriczeskich maszyn. Gosenergoizdat, 1949
2. M. Riggenbach. Die Verwendung hitzebeständiger Isolationen bei Elektromotoren. BBC-Mitteilungen, XXXV, (1948), nr 143
3. F. Goetze. Neuzeitliche Lösungen der Kühlungs — und Belüftungsfrage bei elektr. Maschinen. EuM, 60, (1942), str. 197
4. Die Einrichtungen des neuen Laboratoriums. BBC-Mitteilungen, 1943, str. 218
5. A. Imhof. Un redresseur de courant à très haute tension. Revue Micafil, 1945, str. 17
6. J. Kristen. Entwicklungslinien im Bau elektrischer Grossmaschinen. Bulletin Oerlikon, Nr 271/2, (1948), str. 1831 i 1849
7. Wechselstrom-Turbogeneratoren. Siemens-Schuckertwerke, SCO-Nr. 4122/3
8. H. Winkelsträter. 100 000 kVA-Wasserkraft-Stromerzeuger für Mandschukuo. Zeitschrift VDI, 85, (1941), str. 523
9. C. Barlett. Electrical and allied developments during 1947. General Electric Review, January, 1948, str. 11
10. F. Snyder. High-voltage power-transformer progress. Westinghouse Engineer, March, 1948, str. 46
11. A. Meyerhans. Neue Bauweisen von Transformatoren und Drosselspulen. BBC-Baden, 1944
12. J. R. Meador. 360 000 volt power transformer. General Electric Review, Decemb., 1949, str. 19
13. H. Schneider. Transformatoren grosser Leistung. Bulletin Oerlikon, Nr 267, (1947), str. 1785
14. J. F. Clugnet. Le transformateur triphasé de 100 000 kilovolts-ampères du poste d'interconnection de Mazingarbe (Pas-de-Calais). Revue Générale de l'Electricité, Décembre, 1948, str. 485
15. Kurzschlussläufer-Drehfeldmotoren mit axialem Luftspalt. Bulletin ASE, 1948, zesz. 23
16. H. Sequenz. Fragen der Ästhetik beim Bau elektrischer Maschinen. EuM, 62, (1944), str. 469

---

*) Por. PE, 1948, z. 6, str. 198.

**) O zamierzeniach produkcji krajowej ob. H. Golański. O zadaniach inteligencji technicznej w planie sześcioletnim (PE, 1949, z. 9, str. 243) oraz Sz. Gerson. Nowe asortymenty w planie 6-letnim produkcji przemysłu elektrotechnicznego (PE, 1949, z. 7/8, str. 181—182).

INŻ. MIKOŁAJ WINNICKI

Wentylacja komór transformatorowych i wskazówki do ich budowy

Treść. Potrzeba urządzeń wentylacyjnych. Sposób obliczania wyciągu. Uwagi konstrukcyjne i budowlane w kwestii wykonywania komór transformatorowych.

Вентиляция трансформаторных камер и указания относительно их постройки. Необходимость вентиляционных устройств. Способ расчета вытяжных труб. Замечания конструкционного и строительного характера о трансформаторных камерах.

Ventilation of transformer chambers and recommendations for their construction. Necessity for ventilation. Method of calculating the exhaust. Notes on the construction and building of transformer chambers.

1. Uwagi ogólne.

W transformatorze występują straty, które jako ciepło podwyższają jego temperaturę. Należy dbać o to, by wzrost temperatury pozostał w granicach nieszkodliwych. Oddawanie ciepła odbywa się przez promieniowanie i przez przewodzenie. W stanie ustalonym, w którym temperatura transformatora nie wykazuje dalszego wzrostu, ilość ciepła wytworzonego w transformatorze równa się ilości ciepła odprowadzanego. Nie będziemy rozpatrywali wszystkich możliwości chłodzenia ani wszystkich metod stosowanych. Ograniczymy się do omówienia kwestii chłodzenia transformatorów olejowych za pomocą powietrza jako sposobu najczęściej stosowanego, odsyłając czytelnika do literatury fachowej. Zestawienie wszystkich sposobów znajdujemy np. w dziełach H. Kysera [1] i M. Vidmara [2].

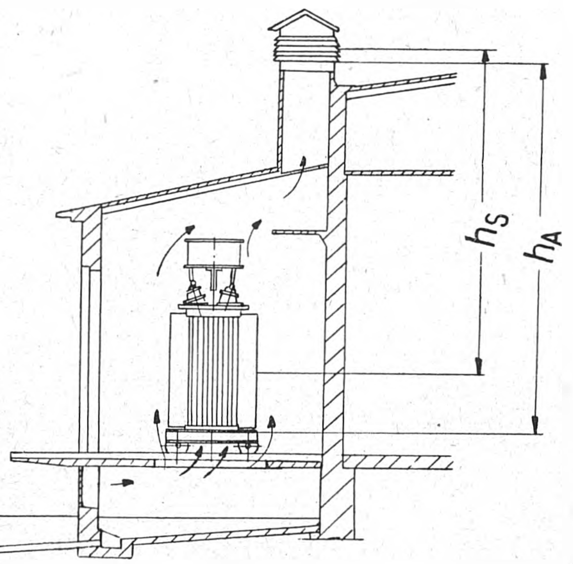
Chłodzenie transformatorów typu napowietrznego tj. ustawionych na wolnym powietrzu nie nastręcza na ogół trudności. Dopiero jednostki wielkiej mocy od mniej więcej 10 MVA wzwyż wymagają dodatkowych urządzeń, bo nie wystarcza naturalna cyrkulacja powietrza dookoła kotła transformatorowego z jego kieszeniami wzgl. rurami czy radiatorami. Trzeba wówczas ustawiać wentylatory, które, kierując strumienie chłodnego powietrza na powierzchnie chłodzące transformatora, powodują energiczny ruch powietrza, odprowadzającego wówczas całą ilość ciepła wytworzonego przez transformator.

Zasadniczo tak samo odbywa się chłodzenie transformatorów typu wnętrzowego, ustawionych w komorach. Należy w tym wypadku pamiętać o prawach ruchu powietrza w kanałach.

Transformator, którego straty przemieniające się w ciepło wynoszą P_{st} (w kW), wytwarza 860 P_{st} kcal/h. Tę ilość ciepła musimy usuwać z transformatora w sposób trwały. Transformator, który osiągnął temperaturę ustaloną, oddaje to ciepło częściowo otaczającym ścianom przez promieniowanie, częściowo zaś powietrzu otaczającemu, które przenosi je przez przewodnictwo i unoszenie (konwekcję) do ścian ograniczających komorę. Tylko transformatorom małej mocy może wystarczyć tego rodzaju chłodzenie. W przeważającej części wypadków trzeba przewidzieć stały ruch powietrza, a więc odprowadzać ciepłe powietrze i doprowadzać świeże chłodne powietrze, wyzyskując ciepło powietrza nagrzanego do wytwarzania ciągu naturalnego. W obliczeniach nie uwzględniamy odprowadzania ciepła przez ściany komory.

2. Obliczanie wyciągu.

Na podstawie praktyki przyjmujemy do obliczenia wzrost temperatury 15° wychodząc z założenia, że temperatura powietrza chłodnego wynosi w normalnych warunkach przeciętnie 20°C, a temperatura ciepłego powietrza nie powinna przekraczać 35°C. Znając ilość ciepła podlegającego odprowadzeniu (P_{st} · 860 kcal/h) i ciepło właściwe powietrza obliczamy potrzebną ilość powietrza Q m³/h. Z warunków budowlanych znamy wysokość między skrzynią transformatora i otworem szybu wentylacyjnego h w metrach (rys. 1). Z tych danych wynika ciąg



Rys. 1. Przekrój komory transformatorowej

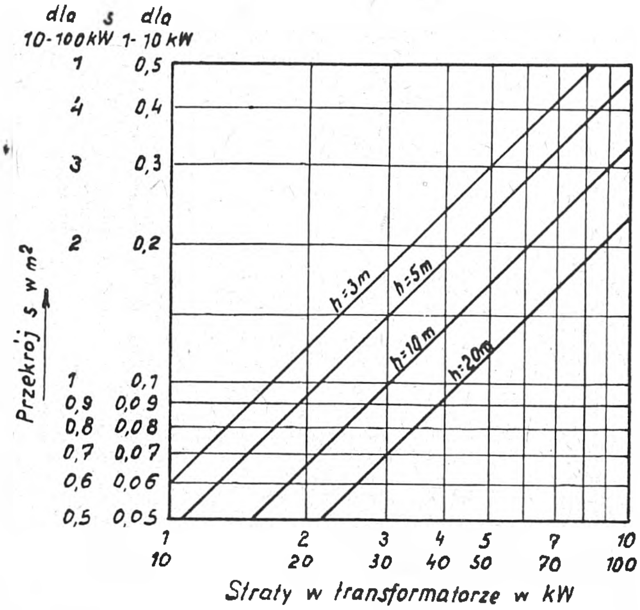
i prędkość przepływu powietrza, a tym samym przekrój, który musimy dać kominowi wyciągowemu. Obliczenia są oparte na dziele Rietschla [3]. Chcąc stosować taki tok postępowania, natrafiamy na trudności przy wyborze spółczynników. Sprawy te są obszernie potraktowane tak u Vidmara [2], jak też u Kysera [1].

Wielkie firmy, które mają często do czynienia z projektowaniem transformatorni, ułatwiają swoim inżynierom pracę, dając im odpowiednie wskazówki, gotowe wzory, a nieraz nomogramy. AEG np. w swoim „Hilfsbuch" [4] podaje (str. 76), że na odprowadzenie ciepła z 1 kW strat trzeba liczyć 2,5—3 m³/min. powietrza w temperaturze 20°C. Rys. 2 podaje wykres AEG. Na jego osi odciętych ustalamy punkt odpowiadający stracie P_{st} transformatora i od tego punktu prowadzimy pionową aż do przecięcia z prostą, odpowiadającą właściwej wysokości h, znanej nam z warunków budowlanych i równej wielkości h_A na rys. 1. Rzędna punktu przecięcia daje nam przekrój szybu wentylacyjnego s (w m²). Niemiecka firma Brown Boveri & Cie w Mannheimie ogłosiła artykuł inż. Bollmanna pt. „Lüftung von Transformatorräumen" z nomogramem (BBC Nachrichten, 1934, zesz. 2). Szwajcarska firma Brown Boveri & Cie w Badenie ogranicza się do twierdzenia, że na 1 kW strat trzeba liczyć powietrza 4—5 m³/min. Amerykańska firma Westinghouse wymaga powietrza 3,1—3,7 m³/min. na 1 kW strat. Siemens podaje wzór na przekrój:

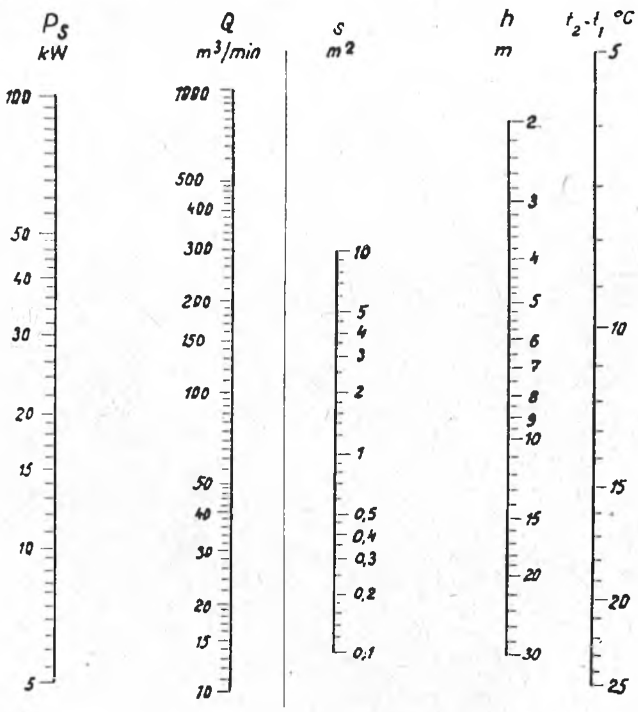
$$s = \frac{860\, P_{st} \cdot (1 + t_2) \cdot 3}{3600 \cdot 0{,}306\, (t_2 - t_1) \cdot 2\, g h_s \left(\frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1} - 1\right)},$$

w którym oznaczają:

s wolny przekrój szybu (w m²),
P_{st} straty transformatora (w kW),
h_s wysokość (rys. 1) od połowy kotła transformatora do połowy otworu wyjściowego ciepłego powietrza (w m),
t_1 temperaturę powietrza chłodnego (w °C),
t_2 temperaturę powietrza nagrzanego (w °C),
$\alpha = \frac{1}{273} = 0{,}0037$ spółczynnik rozszerzalności powietrza,
Q ilość powietrza chłodzącego (w m³/min.),
$g = 9{,}81$ m/s² przyśpieszenie siły ciężkości.



Rys. 2. Wykres AEG



Rys. 3. Nomogram Siemensa

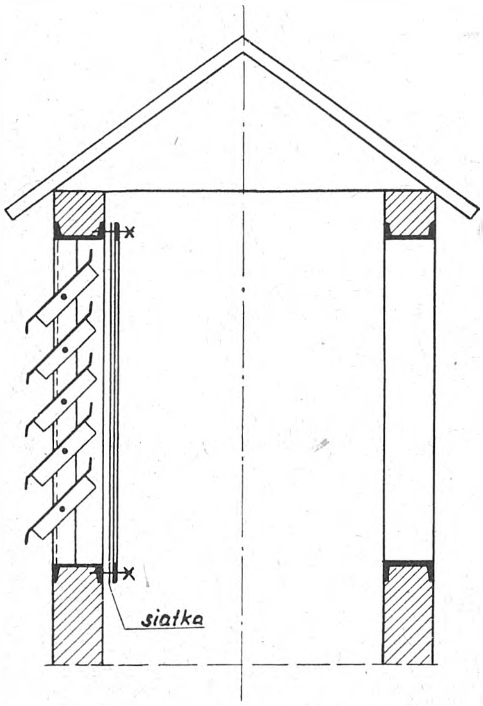
W normalnych warunkach w Polsce można przyjąć $t_2 - t_1 = 15°$ ($t_1 = 20°$ jak wyżej wspomniano).

Dla ułatwienia obliczeń Siemens podaje w broszurce „Die Lüftung von Transformatorräumen" nomogram, przyto-

czony tutaj na rys. 3. Posługujemy się nim w ten sposób, że zakładamy dopuszczalny wzrost temperatury t_2 — t_1, któremu na odpowiedniej drabince niech odpowiada punkt T_1 na rysunku nie zaznaczony. Podobnie stratom F_{st} naszego transformatora niech odpowiada punkt P_1. Łączymy punkty P_1 i T_1 prostą, która odcina na drabince Q ilość potrzebnego powietrza (w m^3/min.), a na osi pomocniczej odcina punkt P. Na czwartej drabince h ustalamy punkt H, odpowiadający istniejącej wzgl. zaprojektowanej wysokości h_s według rys. 1. Łączymy punkty P i H prostą, która odcina na trzeciej drabince przekrój s (w m^2) potrzebny do tego, aby w danych warunkach budowlanych nie przekroczyć obranego wzrostu temperatury t_2 — t_1.

3. Uwagi w sprawie wykonywania komór transformatorowych.

Dookoła transformatora zostawia się przynajmniej 0,5 m wolnego przejścia, dla większych transformatorów więcej. Komory buduje się z cegieł zwykłych. Żelbet nie jest zalecany na ściany, gdyż utrudnia wprowadzanie zmian. Transformator ustawia się na dźwigarach dwuteowych lub bel-

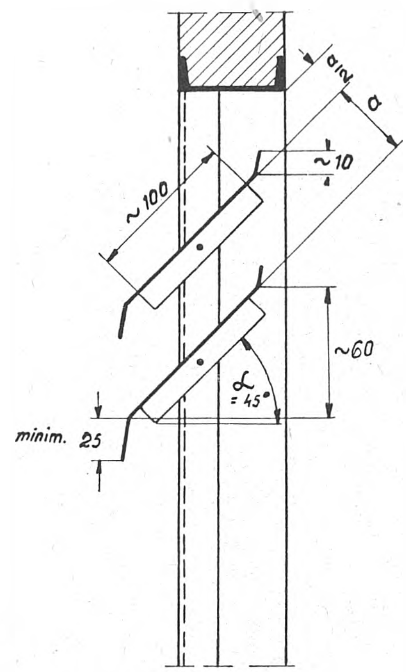


Rys. 4. Kominek wentylacyjny

kach żelbetowych, obliczonych na ciężar transformatora łącznie z olejem. Na belki układa się zwykle korytka jako prowadnice dla kółek gładkich transformatora — odpowiednio do ich szerokości, dla kółek zaś z obrzeżami — szyny kolejowe lub podsuwnicowe. Zaleca się osadzenie w sposób trwały w tylnej ścianie komory nad końcami belek dwu haków, na których zaczepia się wielokrążki, ułatwiające wciąganie transformatora do komory. Nad transformatorem, a pod szybem umieszczamy daszek (z żelbetu lub z blachy, nie z drzewa), chroniący transformator od kropel deszczu, które mogłyby się przedostać do szybu wentylacyjnego. Komora transformatorowa ani szyb wentylacyjny nie powinny zawierać żadnych części drewnianych.

Szyb kończy się żaluzją (rys. 4 i rys. 5) dwu- lub czterostronną, którą należy tak zbudować, aby deszcz padający pod kątem 45° nie mógł się przedostać do wnętrza. Wykonywamy żaluzję dwustronną, dając każdemu otworowi przekrój $k \cdot s$; dla żaluzji czterostronnej dajemy przekrój $0{,}5 \cdot k \cdot s$ (znaczenie spółczynnika k ob. niżej). Jednostronnych żaluzji należy unikać. Dolna krawędź żaluzji musi sięgać przynajmniej 300 mm ponad wyjście szybu z dachu, aby w razie ulewnego deszczu krople odbijające się od dachu nie dosięgły żaluzji. Od strony wewnętrznej żaluzji dajemy siatkę ochronną przed ptakami. Dla skompensowania straty wolnego przekroju przez siatki musimy przekrój obliczeniowy s powiększyć, stosując mnożnik k, który wynosi 1,10 dla siatek o oczkach 20 mm i 1,2 dla siatek o oczkach 10 mm. Jeżeli ramki tej siatki również zabierają część przekroju, należy odliczyć je według rzeczywistych wymiarów. Należy pamiętać, że przekrój przepływu powietrza musi być w pełni zachowany i niezbędne jest uwzględnienie zwężeń przez siatki ramki itd. Listewki żaluzji wykonywa się z blachy (nie z drzewa).

Podest dookoła transformatora wykonywa się jako strop żelbetowy wzgl. jako podłogę z blachy żeberkowej; przekrój dla powietrza powinien być dostatecznie duży i tak



Rys. 5. Szczegóły żaluzji

wykonany, aby powietrze dosięgało równomiernie wszystkich chłodzących powierzchni transformatora.

Przestrzeń poniżej podestu transformatora musi przepuścić powietrze chłodzące. Otwór w przedniej ścianie komory można, jak wykazała praktyka, wykonać nieco mniejszy, niż przekrój szybu wentylacyjnego, a więc $0{,}9 \cdot k \cdot s$. Otwór musi otrzymać siatkę dla ochrony przed ptakami, myszami itp. Stąd mnożnik k w powyższym wzorze. Przestrzeń poniżej transformatora należy wykonać jako dół, który otrzymuje otwór dla odpływu oleju w razie wypadku. Olej należy z tego dołu usuwać jak najprędzej. Wykonywa się więc spód o skośnych ścianach i daje się rurę odpływową żelazną lub betonową o średnicy 150 do 200 mm. Rurą tą ułożoną ze spadkiem 3% odprowadzamy olej do dołu olejowego wspólnego dla wszystkich transformatorów jednej stacji, a umieszczonego na zewnątrz w pewnej odległości od transformatorni. Ten dół zewnętrzny otrzymuje pojemność tak wielką, aby przestrzeń położona poniżej wylotu najniższej rury mogła pomieścić 1,5-krotną ilość oleju największego transformatora. Dół otrzymuje właz o wymiarach 700 mm × 700 mm przykryty pokrywą silną, w której umieszcza się rurę żelazną o średnicy 50 mm do odpowietrzania dołu, zagiętą w dół, by deszcz nie miał dostępu. W razie poważnego wypadku olej wypływający z uszkodzonego transformatora może zapalić się. Aby ułatwić stłumienie pożaru, niektóre firmy stosują pod transformatorem, lecz nad otworem rury odpływowej warstwę tłucznia 150 mm grubą o ziarnistości 25 mm od spodu, a nad nią warstwę 50 mm grubą o ziarnistości 15 mm, ułożoną na ruszcie żelaznym.

Przy mniejszych transformatorach albo tam, gdzie warunki lokalne wykluczają urządzenie dołu zewnętrznego, daje się grubszą warstwę tłucznia, a pod nim dół na olej. Tłuczeń — nieporowaty — lub żwir rzeczny bez piasku muszą być płukane. Urządzenia te są u nas mało stosowane. Wobec zanieczyszczenia powietrza w wielkich skupiskach przemysłowych, jak np. na Górnym Śląsku, należałoby zbadać, czy opisany system można stosować w takich warunkach, wzgl. jakie zmiany trzeba by wprowadzić, by dał wyniki zadawalające.

Komory transformatorowe powinny otrzymać przynajmniej jedną lampę z wyłącznikiem i jedno gniazdko wtycz-

kowe. Jest pożądane, aby ściany komory były gładko wyprawione i otrzymały do wysokości 1,5 m oraz koło konserwatora powłokę z farby olejnej lub lakieru o małej przyczepności dla oleju. Taka powłoka powinna również chronić dół olejowy.

Otwór wejściowy dużych komór transformatorowych otrzymuje bramę żelazną dwuskrzydłową, otwierającą się na zewnątrz, a w dużych bramach małe drzwi kontrolne o wymiarach 0,9 m × 1,9 m, zamykane dla pomieszczeń wysokiego napięcia na klucz, dostępny tylko dla personelu specjalnie kwalifikowanego i wybranego.

Wnętrze komory transformatorowej nie powinno mieć żadnych otworów łączących ją z zewnętrznym otoczeniem poza otworami dla powietrza chłodnego i ciepłego i otworem rury odpływowej oleju. Otwory dla kabli należy po założeniu kabli zamknąć chudym betonem. Szyny dolnego napięcia należy wyprowadzić przepustami.

Wybierając miejsce pod stację transformatorową, należy możliwie unikać miejsc słonecznych i przewidzieć łatwy dostęp i łatwy transport transformatorów.

LITERATURA

[1] H. Kyser: Elektrische Kraftübertragung, tom I, str. 326—370, (III wyd., 1930 r.)
[2] Milan Vidmar: Der Transformator im Betrieb, str. 248—273
[3] Rietschel: Entwurf von RHeizungs- u. Lüftungsanlagen
[4] AEG Hilfsbuch für elektrische Licht- u. Kraftanlagen, (4 wyd. 1939 r.).

INŻ. JAN PIASECKI
Politechnika Gdańska

Praktyka obliczania naprężeń i zwisów przewodów napowietrznych stalo-aluminiowych w przęsłach poziomych

Treść. Dane techniczne znormalizowanych linek stalo-aluminiowych w zastosowaniu do obliczeń. Założenia do obliczeń wynikające z wymagań PN/E-101. Wyprowadzenie niektórych wzorów. Całkowity schemat obliczania naprężeń i zwisów.

Практический способ расчета натяжения и провеса воздушных сталеалюминиевых проводов. Технические данные нормальных сталеалюминиевых проводов применительно к расчетной практике. Основания расчета, вытекающие из требований польских норм. Вывод некоторых формул. Полная схема расчета напряжений и стрелок провеса.

The practice of computing stresses and sags of steel-aluminium (AFL) overhead lines in horizontal spans. Technical data of standardized steel-aluminium wires as applied to computations. Basic elements for computations ensuing from the requirements of the Polish Electrical Standards PN/E-101. Certain formulae for computations. Complete diagram for the computation of stresses and sags.

1. Wstęp.

W ramach prac SEP opracowywane są tablice zwisów i naprężeń dla elektroenergetycznych przewodów napowietrznych uzgodnione z PN/E-101 z r. 1948. Tablice te będą stopniowo wydawane drukiem. Uwolnią one konstruktorów od żmudnej pracy obliczania zwisów, przynajmniej dla najbardziej rozpowszechnionych typów linii napowietrznych. Dane z tablic mogą być, oczywiście, wyzyskane także do przęseł o niezbyt dużym stopniu pochylenia przez zastosowanie znanych z literatury przeliczeń.

Jednakowoż tablice drukowane obejmą nie wszystkie znormalizowane przekroje i tylko niektóre z najczęściej stosowanych naprężeń. W przypadkach szczególnie znacznych rozpiętości, największych przekrojów lub odmiennie wybranych naprężeń — trzeba będzie nadal wykonywać obliczenia.

Podręczna literatura, dostępna większości konstruktorów napowietrznych linii elektroenergetycznych, nie podaje nigdzie pełnego schematu obliczeń przewodów staloaluminiowych (AFL); z tego względu ogłaszamy tu i objaśniamy pełny schemat obliczeń i rozważań nad założeniami, zastosowany przy opracowywaniu przeznaczonych do druku tablic. Schemat ten ma ułatwić prace obliczeniowe dla warunków nie objętych tablicami S. E. P.

2. Oznaczenia.

a — rozpiętość pozioma (m)
 a_{gr} — graniczna, a_p — przełomowa

d — średnica drutu (mm)
 d_1, d_2, d_3, d_4 — w różnych warstwach linki AFL
 d_A, d_F — dla aluminium lub stali

D — średnica zewnętrzna linki (mm)

f — zwis (m)

g — ciężar 1 m linki (kg/m)

g_n — ciężar sadzi normalnej na 1 m linki (kg/m)

g_k — ciężar sadzi katastrofalnej na 1 m linki (kg/m)

l — długość drutu (m) w 1 m linki
 l_1, l_2, l_3, l_4 — w różnych warstwach linki AFL

$m = s_A/s_F$ — stosunek przekrojów aluminium i stali w lince AFL

n — skok skrętu, wyrażony liczbą średnic zewn. nawijanej warstwy na 1 skok drutu w tej warstwie
 n_2, n_3, n_4 — j. w. dla kolejnych warstw drutów

N — naciąg linki AFL (kg)

s — przekrój linki AFL (mm²)
 s_n — przekrój znamionowy
 s_A — przekrój aluminium
 s_F — przekrój stali w lince AFL

t — temperatura linki (°C)
 t_{kr} — krytyczna
 t_m — przy największym rozpatrywanym mrozie
 t_n — przy obciążeniu sadzią
 t_r — temperatura równowagi naprężeń wewnętrznych linki
 t_x — dowolnie założona temperatura linki

α — spółczynnik wydłużenia cieplnego linki AFL (1/°C)
 α_A, α_F spółcz. dla aluminium i stali

β — spółczynnik wydłużenia sprężystego linki AFL (mm²/kg)
 β_A, β_F spółcz. dla aluminium i stali

γ — stosunek ciężaru linki bez obciążenia dodatkowego do objętości 1 m linki (kg/cm³)

γ_n, γ_k stosunek z doliczeniem ciężaru sadzi normalnej lub katastrofalnej

γ_x stosunek dla dowolnie założonego stanu

Δf — poprawka do zwisu (m) obliczonego według równania paraboli

σ'_A — naprężenie wstępne (kg/mm²) drutów aluminiowych w stanie określonym przez t_n i γ_n

σ''_A — naprężenie wstępne (kg/mm²) drutów aluminiowych w stanie określonym przez t_m i γ_m

σ — składowa pozioma naprężenia w przewodzie (kg/mm²)

σ_A, σ_F — naprężenie w aluminium lub w stali

σ_u — naprężenie umyślone dla linki AFL

3. Dane konstrukcyjne linek staloaluminiowych (AFL).

Właściwości mechaniczne stali i aluminium w zastosowaniu do budowy linek AFL przyjmuje się zgodnie z tabl. I.

Dopuszczalne odchyłki wymiarów konstrukcyjnych określone są normą PN/E-103 („Elektroenergetyczne przewody gołe aluminiowe i staloaluminiowe"). Uwzględniając

Tablica I. Właściwości mechaniczne stali i aluminium

Wielkość	Jednostki	Stal (FD)	Aluminium (AD)
Ciężar właściwy	kg/cm³	$\gamma_F = 0{,}0078$	$\gamma_A = 0{,}0027$
Spółczynnik wydłużenia sprężystego	mm²/kg	$\beta_F = 0{,}00005$	$\beta_A = 0{,}000178$
Spółczynnik wydłużenia cieplnego	1/°C	$\alpha_F = 0{,}000011$	$\alpha_A = 0{,}000023$

skrajne odchyłki, otrzymujemy granice dopuszczalnych wymiarów podane w tabl. II, z którymi należy się liczyć w praktyce stosowania przewodów AFL.

Tablica II. Dopuszczalne granice wymiarów konstrukcyjnych normalnych linek stalo-aluminiowych według PN/E-103 z r. 1948

Przekrój znamionowy	Rdzeń z drutów stalowych						Warstwy drutów aluminiowych						Średnica zewn. linki AFL		Stosunek przekrojów	Ciężar linki AFL
	liczba drutów		średnica drutów d_F		przekrój rdzenia S_F		liczba drutów		średnica drutów d_A		przekrój warstw S_A				$a=\frac{S_A}{S_F}$	*)
S_n	I warstw	II warstw	Min.	Maks.	Min.	Maks.	I warstwa	II warstwa	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.	od — do	od — do
mm²	—	—	mm	mm	mm²	mm²	—	—	mm	mm	mm²	mm²	mm	mm	—	kg/km
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
16	1	0	1,72	1,88	2,32	2,78	6	0	1,75	1,85	14,43	16,13	5,22	5,58	5,1 — 6,9	58 — 69
25	1	0	2,15	2,35	3,63	4,34	6	0	2,19	2,31	22,60	25,14	6,53	6,97	5,2 — 6,9	91 — 105
35	1	0	2,60	2,80	5,31	6,16	6	0	2,64	2,76	32,84	35,90	7,88	8,32	5,3 — 6,8	132 — 149
50	1	0	3,10	3,30	7,55	8,55	6	0	3,12	3,28	45,87	50,7	9,34	9,86	5,4 — 6,7	185 — 210
70	1	6	1,39	1,51	10,62	12,54	10	16	1,75	1,85	62,5	69,9	11,17	11,93	5,0 — 6,6	258 — 297
95	1	6	1,57	1,73	13,55	16,46	10	16	2,04	2,16	85,0	95,2	12,87	13,73	5,2 — 7,0	343 — 400
120	1	6	1,87	2,03	19,22	22,67	10	16	2,39	2,51	116,6	128,7	15,17	16,13	5,1 — 6,7	476 — 544
150	1	6	2,05	2,25	23,11	27,83	10	16	2,64	2,76	142,4	155,5	16,71	17,79	5,1 — 6,7	578 — 660
185	1	6	2,30	2,50	29,08	34,37	10	16	2,94	3,06	176,5	191,2	18,66	19,74	5,1 — 6,6	720 — 814
210	1	6	2,45	2,65	33,0	38,6	10	16	3,12	3,28	198,8	219,7	19,83	21,07	5,2 — 6,7	813 — 929
240	1	6	2,60	2,80	37,4	43,1	10	16	3,32	3,48	225,0	247,6	21,08	22,32	5,2 — 6,6	912 — 1041
300	1	6	2,90	3,10	46,2	52,8	10	16	3,72	3,88	282,5	307,3	22,58	24,82	5,4 — 6,7	1150 — 1288

*) Skrajne wartości ciężaru — oprócz odchyłek średnic — uwzględniają także różnice skoku skrętu.

Dodatkowe oznaczenia, stosowane obok powyższych:

σ_z — naprężenie zastosowane (założone) jako największe dopuszczalne w warunkach normalnych

σ_n — naprężenie w stanie określonym przez t_n i γ_n

σ_m — naprężenie w stanie określonym przez t_m i γ_m

σ_k — naprężenie w stanie określonym przez t_n i γ_k

σ_x — naprężenie w dowolnie założonym stanie

Z uwagi na konieczność dopuszczenia odchyłek, wymaganych przez technologię produkcji linek AFL, podciąga się pod określenie tym samym przekrojem znamionowym linki o dość znacznych różnicach budowy.

Różnice te mogą się wyrażać rozbieżnością ciężaru na jednostkę długości w stosunku 84 : 100, rozbieżnością proporcji przekrojów aluminium i stali w stosunku 75 : 100, rozbieżnością średnic zewnętrznych w stosunku 91 : 100 itd.

Jeżeli założone wymiary konstrukcyjne, użyte do obliczenia naprężeń i zwisów, będą nadmiernie odbiegały od rzeczywistych wymiarów konstrukcyjnych linki, zawieszanej zgodnie z wynikami obliczeń, to błąd w wyznaczaniu zwisów może dojść do rzędu 5%. Obliczeniowe granice naprężeń będą przekroczone, jeżeli na podstawie obliczeń zawieszane będą linki o rzeczywistych średnicach mniejszych i o skoku skrętu mniejszym niż założono w obliczeniach.

Jeżeli obliczenie ma się stosować do każdej linki normalnej, a nie do partii o ściśle sprawdzonych wymiarach, to

do obliczeń powinno się przyjmować najniekorzystniejsze odchyłki dopuszczone narmą PN/E-103. Tylko wtedy wynik rachunku pozostanie po bezpiecznej stronie uchybień, dając gwarancję, że w przypadkach wykorzystania największych dopuszczalnych naprężeń będą dochowane wymagania normy PN/E-101 *).

Należy więc zakładać dane konstrukcyjne linek według następujących zasad:

średnice drutów stalowych (d_F) i drutów aluminiowych (d_A) z dolną odchyłką **);

skok skrętu n = 11 średnic zewnętrznych nawijanej warstwy;

ponadto będzie na miejscu przyjęcie 0,5% uchybienia w górę od przepisanego ciężaru właściwego.

4. Obliczenia wstępne.

4.1. Długości drutów na 1 m linki AFL.

Średnica drutu wewnętrznego d_1 (mm).

Średnice drutów w kolejnych warstwach d_2, d_3, d_4 (mm).

Długość drutu wewnętrznego l_1 = 1,0000 (m).

Długość pojedyńczego drutu w II warstwie l_2 (m)

$$l_2 = \sqrt{1 + 0{,}001\,\pi\,\frac{d_1 + d_2}{n_2\,(d_1 + 2d_2)}} \quad \text{(m)},$$

gdzie n_2 — skok skrętu wyrażony liczbą średnic zewnętrznych drugiej warstwy.

Długość drutu pojedyńczego w III warstwie l_3 (m)

$$l_3 = \sqrt{1 + 0{,}001\,\pi\,\frac{d_1 + 2d_2 + d_3}{n_3\,(d_1 + 2d_2 + 2d_3)}} \quad \text{(m)},$$

gdzie n_3 — skok skrętu (j. w.) w III warstwie.

Długość pojedyńczego drutu w IV warstwie l_4 (m)

$$l_4 = \sqrt{1 + 0{,}001\,\pi\,\frac{d_1 + 2d_2 + 2d_3 + d_4}{n\,(d_1 + 2d_2 + 2d_3 + 2d_4)}} \quad \text{(m)}.$$

4.2. Stosunek ciężaru 1 m linki do jej przekroju (kg/cm³).

Z liczby i średnic d_F i d_A drutów stalowych i aluminiowych oblicza się rzeczywisty przekrój całkowity linki $s = s_F + s_A$ (mm²). Uwzględniając liczbę i długość drutu w poszczególnych warstwach oraz ciężar właściwy materiału drutów oblicza się ciężar 1 m linki g (kg/m).

Wreszcie $\gamma = \frac{g}{s}$ (kg/mm² = kg/cm³).

4.3. Ciężar sadzi na 1 m linki (według PN/E-101).

Średnica zewnętrzna linki $D = d_1 + 2d_2$ (mm) dla przekrojów do 50 mm² oraz $D = d_1 + 2d_2 + 2d_3 + 2d_4$ (mm) — ponad 50 mm².

Ciężar sadzi normalnej na 1 m linki g_n(kg/m)

g_n = 0,001 (200 + 40 D) dla wartości D do 7,5 mm
g_n = 0,001 (330 + 24 D) dla wartości D ponad 7,5 mm.

4.4. Stosunek ciężaru 1 m linki z obciążeniem sadzią do przekroju.

Przy sadzi normalnej $\gamma_n = \frac{g + g_n}{s}\left(\text{kg}\cdot\frac{\text{mm}^2}{\text{m}} = \text{kg/cm}^3\right)$.

Przy sadzi katastrofalnej $\gamma_k = \frac{g + 2g_n}{s}$ (kg/cm³).

*) Elektroenergetyczne linie napowietrzne, § 2, p. 13 i § 11.

**) Zupełnie podobne wyniki daje założenie górnej odchyłki średnic dla drutów stalowych przy dolnej odchyłce średnic drutów aluminiowych.

4.5. Stosunek przekroju aluminium do przekroju stali.

Z wartości s_F i s_A obliczonych wyżej (punkt 4.2.)

oblicza się $m = \frac{s_A}{s_F}$.

4.6. Właściwości mechaniczne linki AFL.

Ciężar właściwy przyjmuje się jako równy γ (kg/cm³) z obliczenia w punkcie 4.2.

Spółczynnik wydłużenia sprężystego β (mm²/kg) oblicza się ze znanego wzoru

$$\beta = \frac{m+1}{\frac{1}{\beta_F} + \frac{m}{\beta_A}} \quad \text{(mm}^2\text{/kg)}.$$

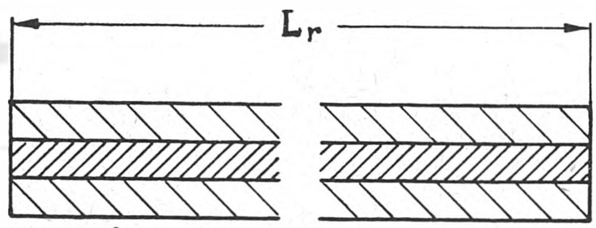
Spółczynnik wydłużenia cieplnego α (1/°C) ze znanego również wzoru

$$\alpha = \frac{\frac{\alpha_F}{\beta_F} + m\cdot\frac{\alpha_A}{\beta_A}}{\frac{1}{\beta_F} + \frac{m}{\beta_A}} \quad (1/{}^0\text{C}).$$

5. Założenia naprężeń.

5.1. Współpraca aluminium i stali w linkach AFL.

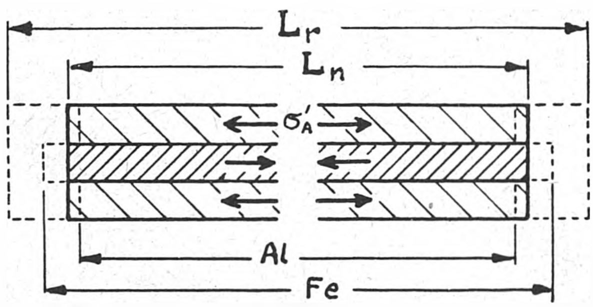
Przy pewnej temperaturze t_r (zwykle równej temperaturze, przy której skręcano linkę) w swobodnie leżącej lince nie występują żadne naprężenia wewnętrzne (rys. 1).



Rys. 1. Linka AFL przy temperaturze t_r bez naciągu

Przyjmuje się w razie braku innych danych, że ta temperatura „równowagi" wynosi +15° C.

Przez ochłodzenie do temperatury t_n = —5° C długość linki się zmniejsza, przy czym druty aluminiowe — odpo-



Rys. 2. Linka AFL przy temperaturze $t_n < t_r$ bez naciągu

wiednio do większego spółczynnika wydłużenia cieplnego — usiłują skrócić się bardziej niż rdzeń stalowy (rys. 2).

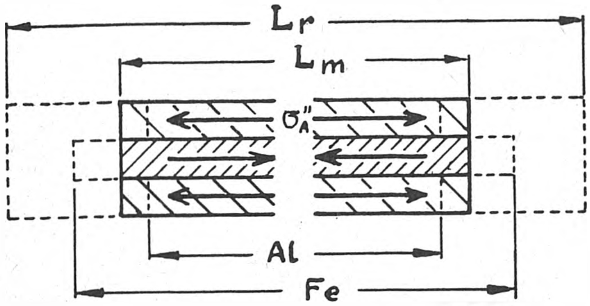
Przesunięciu się drutów aluminiowych wzdłuż rdzenia stalowego stoi na przeszkodzie tarcie, dzięki czemu rdzeń stalowy nie wysunie się na krańcach linki spod warstwy aluminium, a długość linki ustali się przymusowo tak, że druty aluminiowe poddane będą pewnemu naprężeniu rozciągającemu, natomiast druty stalowe rdzenia będą ściskane w kierunku podłużnym o tyle, że długość tych i tamtych pozostanie nadal jednakowa. W swobodnie leżącej

lince, nie poddanej jako całość naciągowi, wystąpi więc „wstępne“ naprężenie drutów aluminiowych σ'_A (kg/mm²).

Zjawisko to wystąpi jeszcze jaskrawiej przy dalszym obniżeniu temperatury, np. przy mrozie —25° C = t_m, kiedy to naprężenie wstępne drutów aluminiowych osiągnie (rys. 3) wartość $\sigma''_A > \sigma'_A$ (przy założeniu $t_m < t_n < t_r$).

Przy temperaturach powyżej t_r naprężenia wewnętrzne wystąpią w stali i w aluminium z przeciwnym znakiem.

Jeżeli linkę AFL, ochłodzoną poniżej temperatury t_r poddawać stopniowo zwiększającemu się naciągowi N(kg), wtedy początkowo cały naciąg będzie przejmowany tylko przez druty aluminiowe, których naprężenie będzie coraz



Rys. 3. Linka AFL przy temperaturze $t_m < t_n < t_r$ bez naciągu

większe od naprężenia wstępnego, natomiast naprężenie ściskające druty stalowe będzie spadało do zera. Dalszy przyrost naciągu podzieli się na druty stalowe i aluminiowe w ten sposób, że aluminium pozostanie upośledzone z racji odpowiedniego do temperatury naprężenia wstępnego.

Przy montażu linek AFL oraz przy obliczaniu konstrukcji wsporczych wielkością konkretną jest naciąg N(kg), któremu poddawana jest linka jako całość. Iloraz naciągu N(kg) i przekroju linki s (mm²) wyraża naprężenie σ_u w kg/mm², ale jest tylko naprężenie umyślone, za którym kryją się odmienne naprężenia drutów stalowych i aluminiowych σ_F i σ_A (kg/mm²). Niemniej jednak tam, gdzie rozpatruje się linkę jako całość, naprężenie umyślone jest wielkością nadającą się do bezpośredniego zastosowania, gdyż wyraża ona związek między przekrojem a naciągiem, lub między naciągiem a zwisem w sposób podobny jak w przewodach materiałowo jednolitych.

Obliczenia naprężeń i zwisów linek staloaluminiowych będą więc wykonywane zupełnie tak samo, jak w przypadkach przewodów materiałowo jednolitych, a zastosowane naprężenia normalne oraz krańcowe będą wyrażały stosunek naciągu do przekroju bądź przy —25° C bez obciążenia dodatkowego, bądź przy —5° C z obciążeniem sadzią normalną, bądź też przy —5° C z obciążeniem sadzią katastrofalną. Jedynie dobór tych naprężeń (jako umyślonych) przedsiębrany będzie z uwzględnieniem odpowiadających im rzeczywistych naprężeń w drutach aluminiowych, gdyż współpraca aluminium i stali w normalnych linkach AFL układa się tak, że aluminium — a nie stal — ogranicza wartość dopuszczalnego naciągu.

5.2. Obliczenie zastosowanego naprężenia dla AFL z założonego naprężenia aluminium.

Zakładamy σ_{Az} jako największe naprężenie drutów aluminiowych w warunkach normalnych.

Przy rozpiętościach mniejszych niż przełomowa naprężenie to może występować przy t_m = —25° C bez obciążenia dodatkowego.

W temperaturze $t_m < t_r$ wartość naprężenia wstępnego aluminium

$$\sigma''_A = (t_r - t_m)\,(\alpha_A - \alpha)\,\frac{1}{\beta_A}\ \text{(kg/mm}^2\text{)},$$

a więc naprężenie, które może być dodatkowo wywołane przez naciąg, ogranicza się do wartości $\sigma_{Az} - \sigma''_A$ (kg/mm²).

Wartości tej odpowiada umyślone naprężenie w lince AFL przy temperaturze t_m:

$$\sigma_{um} = \left[\sigma_{Az} - (t_r - t_m)\,(\alpha_A - \alpha)\,\frac{1}{\beta_A}\right]\frac{\beta_A}{\beta}\ \text{(kg/mm}^2\text{)}.$$

Przy rozpiętościach większych niż przełomowa założone największe naprężenie w aluminium σ_{Az} może występować przy t_n = —5° C i obciążeniu sadzią normalną.

Przy temperaturze $t_n < t_r$ wartość naprężenia wstępnego aluminium będzie

$$\sigma'_A = (t_r - t_n)\,(\alpha_A - \alpha)\,\frac{1}{\beta_A}\ \text{(kg/mm}^2\text{)},$$

a więc naprężenie, które może być dodatkowo wywołane w drutach aluminiowych przez naciąg, ogranicza się do wartości $\sigma_{Az} - \sigma''_A$ (kg/mm²). Wartości tej odpowiada umyślone naprężenie w lince AFL przy temperaturze t_n:

$$\sigma_{un} = \left[\sigma_{Az} - (t_r - t_n)\,(\alpha_A - \alpha)\,\frac{1}{\beta_A}\right]\frac{\beta_A}{\beta}\ \text{(kg/mm}^2\text{)}.$$

Obliczone wyżej naprężenia zastosowane σ_{um} i σ_{un} nie są sobie równe, gdyż w obliczeniu ich występują dwa odmienne czynniki: $(t_r - t_m)$ oraz $(t_r - t_n)$, przy czym $t_m < t_n$.

Wynika stąd, że w przypadkach, gdy chodzi o wyzyskanie dopuszczalnej obciążalności aluminium w określonym stopniu, jak np. do granicy 9 kg/mm² lub 9.0,75 = 6,75 kg/mm², obliczenia muszą być oparte na innym naprężeniu zastosowanym dla rozpiętości mniejszych niż przełomowa (σ_{um}) i innym dla rozpiętości większych niż przełomowa (σ_{un}).

5.3. Wybór zastosowanego naprężenia dla AFL poniżej założonej obciążalności aluminium.

Zakłada się zastosowane naprężenie (umyślone) linki AFL σ_{uz} (kg/mm²), które ma być dotrzymane zarówno przy —25° C bez obciążenia dodatkowego, jak i przy —5° C z obciążeniem sadzią normalną; oczywiście, w żadnym z tych przypadków nie może być przekroczone w drutach aluminiowych naprężenie σ_{Az}. Zatem $\sigma_{uz} = \sigma_{um} = \sigma_{un}$.

Naprężenie wstępne w drutach aluminiowych jest większe w przypadku —25° C (gdy $t_m < t_n < t_r$), to też tylko dla tego przypadku obowiązuje sprawdzenie naprężenia w aluminium.

Z przekształcenia zastosowanych wyżej (w punkcie 5.2.) wzorów oblicza się obciążenie aluminium przy —25° C:

$$\sigma_{Am} = \frac{\beta}{\beta_A}\cdot\sigma_{uz} + (t_r - t_m)\,(\alpha_A - \alpha)\,\frac{1}{\beta_A}\ \text{(kg/mm}^2\text{)}.$$

Wybrane naprężenie σ_{uz} jest dopuszczalne, jeżeli

$$\sigma_{Am} \leq \sigma_{Az}\,.$$

Przy rozpiętościach większych niż przełomowa, gdy przy —5° C i sadzi normalnej wystąpi w lince umyślone naprężenie $\sigma_{un} = \sigma_{uz}$, druty aluminiowe poddane będą naprężeniu $\sigma_{An} < \sigma_{Am}$, przy czym

$$\sigma_{An} = \frac{\beta}{\beta_A}\,\sigma_{uz} + (t_r - t_n)\,(\alpha_A - \alpha)\,\frac{1}{\beta_A}\ \text{(kg/mm}^2\text{)}.$$

6. Rozpiętość graniczna.

Dla danego przekroju linki AFL i danego naprężenia zastosowanego, rozpiętość graniczna jest największą rozpiętością, przy której dochowany jest warunek, aby w przypadku sadzi katastrofalnej, występującej przy —5° C, naprężenie w przewodzie nie przekroczyło dopuszczalnej wartości krańcowej.

Ta wartość krańcowa zależy, oczywiście, od naprężenia w aluminium, którego obciążenie wcześniej się zbliży do granic wytrzymałości niż obciążenie rdzenia stalowego.

Dopuszczalne naprężenie krańcowe dla drutów z normalnego aluminium twardego w linkach AFL wynosi (według PN/E-101, § 8) $\sigma_{Ak} = 12$ kg/mm².

Krańcową wartość naprężenia umyślonego σ_{uk} (kg/mm²) w lince AFL oblicza się z uwzględnieniem wstępnego naprężenia w aluminium przy $t_n = -5^0$ C (punkt 5.2) :

$$\sigma'_A = (t_r - t_n)(\alpha_A - \alpha)\frac{1}{\beta_A} \quad \text{(kg/mm}^2\text{)},$$

skąd

$$\sigma_{uk} = \left[\sigma_{Ak} - (t_r - t_n)(\alpha_A - \alpha)\frac{1}{\beta_A}\right]\frac{\beta_A}{\beta} \quad \text{(kg/mm}^2\text{)}.$$

Wstawiając tę wartość σ_{uk} (i obliczoną według punktu 4.4. wartość γ_k) w równanie stanu z parametrami wyjściowymi dla -5^0 C z obciążeniem sadzią normalną ($a_{gr} > a_p$)

$$\sigma^3_{uk} - \sigma^2_{uk}\left[\frac{a^2 \cdot \gamma^2_n}{24\beta \cdot \sigma^2_{un}} + (t_r - t_n)\frac{\alpha}{\beta} - \sigma_{un}\right] - \frac{a^2 \cdot \gamma^2}{24 \cdot \beta} = 0$$

oraz rozwiązując to równanie względem a, otrzymujemy tę wartość a, która odpowiada warunkom stawianym rozpiętości granicznej, czyli

$$a_{gr} = \sigma_{un} \cdot \sigma_{uk}\sqrt{\frac{24\beta(\sigma_{uk} - \sigma_{un})}{(\sigma_{un} \cdot \gamma_k)^2 - (\sigma_{uk} \cdot \gamma_n)^2}} \quad \text{(m)}.$$

W przęsłach wykonywanych z obostrzeniem 3-go stopnia obowiązuje w myśl PN/E-101, § 62, niższa wartość dopuszczalnego naprężenia krańcowego, a mianowicie: $\sigma_{Ak3} = 0{,}75 \cdot 12$ kg/mm² $= 9$ kg/mm². Wartość tę należy użyć do obliczenia rozpiętości granicznej zamiast wartości $\sigma_{Ak} = 12$ kg/mm².

Jeżeli chodzi o zawieszenie przewodu z obostrzeniem 3-go stopnia przy rozpiętości a_y (m), większej niż rozpiętość graniczna obliczona z wartości σ_{Ak3}, to można postępować jak następuje:

1) przyjąć, że rozpiętość a_y jest rozpiętością graniczną dla pewnego zastosowanego naprężenia umyślonego σ_{uny} (występującego przy -5^0 C i sadzi normalnej, gdyż $a_y > a_p$) i dopuszczonego naprężenia krańcowego σ_{Ak3};

2) obliczyć wartość σ_{uny} wychodząc z równania na rozpiętość graniczną, rozwiązanego względem $\sigma_{uny}(\sigma_{un} = \sigma_{uny})$ przy danym $a_{gr} = a_y$; do rozwiązania względem σ_{uny} równanie to przybiera z powrotem następującą postać równania stanu:

$$\sigma^3_{uny} - \sigma^2_{uny}\left[\frac{a^2_y \cdot \gamma^2_k}{24\beta \cdot \sigma^2_{uk}} + (t_r - t_n)\cdot\frac{\alpha}{\beta} - \sigma_{uk}\right] - \frac{a^2_y \cdot \gamma^2_n}{24\beta} = 0;$$

3) obliczoną stąd wartość σ_{uny} przyjąć do obliczania zwisów i naprężeń w dowolnych warunkach w przęśle z rozpiętością a_y, jako największą dopuszczalną w tym przęśle wartość zastosowanego naprężenia (umyślonego) przy obostrzeniu 3-go stopnia; w przypadku takim — co łatwo sprawdzić — naprężenie drutów aluminiowych przy -5^0 C i obciążeniu sadzią katastrofalną będzie mniejsze od wartości dopuszczalnego tu naprężenia krańcowego σ_{Ak3}.

7. Rozpiętość przełomowa.

Jeżeli projektuje się zawieszenie linki AFL w przęsłach różnej rozpiętości w ten sposób, aby założone naprężenie drutów aluminiowych σ_A występowało jako największe bądź przy -25^0 C bez obciążenia dodatkowego, bądź przy -5^0 C i obciążeniu sadzią normalną, to rozpiętość przełomową oblicza się według wzoru *)

$$a_p = \sigma_{um} \cdot \sigma_{un}\sqrt{\frac{24\left[(\sigma_{um} - \sigma_{un})\beta - (t_n - t_m)\right]\alpha}{\gamma^2 \cdot \sigma^2_{un} - \gamma^2_n \cdot \sigma^2_{um}}} \quad \text{(m)}$$

*) W przypadku rozpiętości przełomowej naprężenie σ_A w drutach aluminiowych występuje i przy -25^0C bez obciążenia dodatkowego i przy -5^0C z obciążeniem sadzią normalną. Równanie rozpiętości przełomowej można więc wyprowadzić obliczając stan przy -25^0C z równania stanu z parametrami wyjściowymi dla stanu przy -5^0C z obciążeniem sadzią normalną, albo obliczając naodwrót stan drugi z zastosowaniem parametrów wyjściowych stanu przy -25^0C. Przytoczony wzór uzyska się rozwiązując względem rozpiętości a dowolne z następujących równań:

$$\sigma^3_{um} + \sigma^2_{um}\left[\frac{a^2 \cdot \gamma^2_n}{24\beta \cdot \sigma^2_{un}} + (t_m - t_n)\frac{\alpha}{\beta} - \sigma_{un}\right] = \frac{a^2 \cdot \gamma^2}{24\beta},$$

$$\sigma^3_{un} + \sigma^2_{un}\left[\frac{a^2 \cdot \gamma^2}{24\beta \cdot \sigma^2_{um}} + (t_n - t_m)\frac{\alpha}{\beta} - \sigma_{um}\right] = \frac{a^2 \cdot \gamma^2_n}{24\beta}.$$

Jeżeli natomiast zawieszenia linki AFL w przęsłach różnej rozpiętości projektuje się w ten sposób, aby i przy -25^0 C i przy -5^0 C z obciążeniem dodatkowym występowały jako największe te same naprężenia umyślone linki AFL (tj. gdy zakładamy $\sigma_u = \sigma_{um} = \sigma_{un}$), to równanie rozpiętości przełomowej przybiera postać:

$$a_p = \sigma_u\sqrt{\frac{24(t_n - t_m)\alpha}{\gamma^2 - \gamma^2_n}} \quad \text{(m)}.$$

8. Temperatura krytyczna.

Przy temperaturze „krytycznej" zwis przewodu bez obciążenia dodatkowego ma wartość zwisu przy -5^0 C z obciążeniem sadzią normalną.

Znajomość tej temperatury bywa niekiedy pożądana. Jeżeli temperatura krytyczna jest wyższa niż $+40^0$ C, to do obliczania wysokości słupów miarodajna jest wartość zwisu przy -5^0 C z obciążeniem sadzią normalną, a tę wartość zwisu łatwo jest obliczyć z zależności

$$f_n = \frac{a^2\,\gamma_n}{8\,\sigma_{un}} \quad \text{(m)}.$$

Temperaturę krytyczną oblicza się ze wzoru

$$t_{kr} = t_n + \frac{\beta\,\sigma_{un}}{\alpha}\left(1 - \frac{\gamma}{\gamma_n}\right) \quad (^0\text{C})^{**}).$$

9. Obliczanie naprężeń i zwisów przy stanach dowolnych.

Obliczenia naprężeń i zwisów linek AFL wykonywa się zwykle dla dowolnych temperatur w granicach od -25^0 C do $+40^0$ C bez obciążenia dodatkowego oraz dla temperatury -5^0 C z obciążeniem sadzią normalną i obciążeniem sadzią katastrofalną.

Parametry stanu będącego przedmiotem obliczeń oznacza się znakiem x, tj. σ_x, t_x, γ_x.

Parametrami stanu wyjściowego, dla rozpiętości mniejszych niż przełomowa będą σ_{um}, t_m, $\gamma_m = \gamma$, a równanie stanu przybierze postać

$$\sigma^3_x + \sigma^2_x\left[\frac{a^2\,\gamma^2}{24\,\beta\,\sigma^2_{um}} + (t_x - t_m)\frac{\alpha}{\beta} - \sigma_{um}\right] = \frac{a^2\,\gamma^2_x}{24\,\beta}.$$

Dla rozpiętości większych niż przełomowa parametrami wyjściowymi będą σ_{un}, t_n, i γ_n, równanie zaś stanu będzie

$$\sigma^3_x + \sigma^2_x\left[\frac{a^2\,\gamma^2_n}{24\,\beta\,\sigma^2_{un}} + (t_x - t_n)\frac{\alpha}{\beta} - \sigma_{un}\right] = \frac{a^2\,\gamma^2_x}{24\,\beta}.$$

Najpraktyczniejszą metodą obliczania σ_x jest sprowadzenie równania stanu do postaci

$$\frac{A}{\sigma^2_x} - \sigma_x = B$$

oraz rozwiązanie go za pomocą suwaka logarytmicznego. Posługując się suwakiem półmetrowym można łatwo obliczyć σ_x z przybliżeniem rzędu 0,5%, a przy pewnej wprawie i skrupulatności — jeszcze dokładniej.

Obliczenia wykonywa się zwykle dla szeregu różnych rozpiętości a (m). Toteż dla ułatwienia pracy obliczeniowej dobrze jest rozbić wchodzące w rachubę układy równań stanu na oddzielne człony, z których zestawia się następnie wartości A i B służące do obliczania wartości σ_x.

**) Wzór na temperaturę krytyczną wyprowadza się jak następuje:

Długość linki w przęśle dowolnej rozpiętości przy temperaturze $t_o = 0^0$C, naprężeniu σ_o i ciężarze właściwym $\gamma_o = \gamma$ wynosi l_o.

Przyrost długości linki dla $t_n = -5^0$C z obciążeniem sadzią normalną wynosi:

$$\Delta' l = l_o(t_n - t_o)\alpha + l_o(\sigma_{un} - \sigma_o)\beta.$$

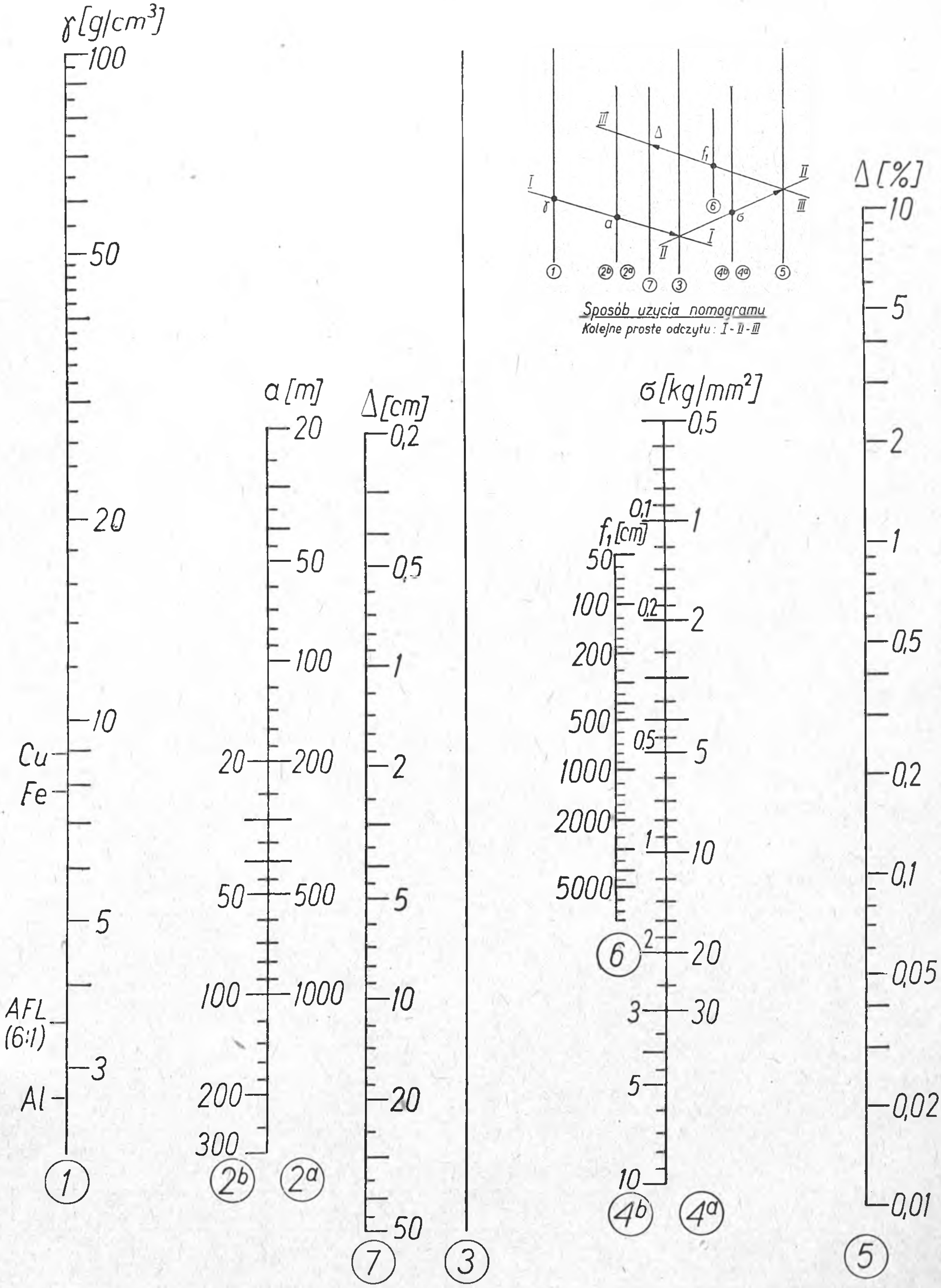
Przyrost długości linki dla t_{kr} bez obciążenia dodatkowego wynosi

$$\Delta'' l = l_o(t_{kr} - t_o)\alpha + l_o(\sigma_{kr} - \sigma_o)\beta.$$

Jeżeli zwisy w obu przypadkach mają być równe, to $\Delta' l = \Delta'' l$,

$$f_n = \frac{a^2 \cdot \gamma_n}{8\,\sigma_{un}} = f_{kr} = \frac{a^2 \cdot \gamma}{8 \cdot \sigma_{kr}}, \quad \text{skąd } \sigma_{kr} = \frac{\gamma}{\gamma_n}\sigma_{un}.$$

Przyrównując wyrażenia na $\Delta' l$ i $\Delta'' l$, podstawiając $\sigma_{kr} = \frac{\gamma}{\gamma_n}\sigma_{un}$ oraz rozwiązując równanie względem t_{kr}, otrzymujemy przytoczony wzór na t_{kr}.



Rys. 4. Nomogram poprawek do obliczania zwisów

Zwis obliczony dla toru płaskiego według równania paraboli $f_1 = \frac{a^2\gamma}{8\sigma} \cdot 10^{-1}$ [cm]

prawidłowo $f = \frac{\sigma}{\gamma}\left(\cos h \frac{a\gamma}{2\sigma} \cdot 10^{-3} - 1\right) \cdot 10^{-1}$ [cm] poprawka $\Delta \approx f - f_1$ czyli $f \approx f_1 + \Delta$

Pełny zespół tych pośrednich członów przedstawia się jak następuje:

$$a^2 \frac{\gamma^2}{24\cdot\beta\cdot\sigma_{um}^2} = F \qquad \sigma_{um} - 25\frac{\alpha}{\beta} = P$$

$$a^2 \frac{\gamma_n^2}{24\cdot\beta\,\sigma_{un}^2} = G \qquad \sigma_{um} - 20\frac{\alpha}{\beta} = R$$

$$a^2 \frac{\gamma^2}{24\beta} = H \qquad \sigma_{un} - 5\frac{\alpha}{\beta} = S$$

$$a^2 \frac{\gamma_n^2}{24\cdot\beta} = J \qquad t_x\cdot\frac{\alpha}{\beta} = T$$

$$a^2 \frac{\gamma_k^2}{24\cdot\beta} = K$$

Następnie oblicza się wartości A i B według podanego w tabl. III schematu zależnie od tego, czy stan będący przedmiotem obliczenia dotyczy przewodów bez obciążenia, czy też z obciążeniem dodatkowym.

Tablica III

Stan przy σ_x	$a < a_p$	$a > a_p$
Bez obciążenia dodatkowego	$A = F - P + T$ $B = H$	$A = G - S + T$ $B = H$
Z obciążeniem dodatkowym sadzią normalną	$A = F - R$ $B = J$	$(\sigma_x = \sigma_{un})$
Z obciążeniem dodatkowym sadzią katastrofalną	$A = F - R$ $B = K$	$A = G - \sigma_{un}$ $B = K$

Obliczone według powyższego schematu wartości A i B, wprowadza się do równania

$$\frac{B}{\sigma_x^2} = \sigma_x + A,$$

z którego oblicza się poszukiwaną wartość σ_x (kg/mm²).

Obliczenie zwisu z równania

$$f_x = \frac{a^2\cdot\gamma_x}{8\cdot\sigma_x} \quad \text{(m)}$$

daje o tyle przybliżoną tylko wartość, że działa tu założenie, iż swobodnie zwisająca linka układa się parabolicznie. W istocie linka układa się w krzywą łańcuchową, dzięki czemu wartość zwisu jest większa niż obliczona z podanego wyżej równania. Wartość poprawki $\triangle f_x$, którą należałoby dodać do tak obliczonego zwisu, można określić w przybliżeniu z reprodukowanego tu nomogramu (rys. 4).

Dostatecznie dokładną wartość poprawki $\triangle f_x$ oblicza się z następującego równania:

$$\Delta f_x = \frac{a^4\cdot\gamma_x^3}{384\,\sigma_x^3} \quad \text{(m)}.$$

Poprawka ta osiąga wartość tego rzędu, co praktyczne uchybienia w wyznaczaniu zwisów, dopiero przy dużych rozpiętościach.

Wartość γ_x (kg/cm³) będzie tu równa:

γ — dla stanów bez obciążenia dodatkowego,
γ_n — dla stanów z obciążeniem sadzią normalną,
γ_k — dla stanów z obciążeniem sadzią katastrofalną.

10. Rozwiązywanie równań 3-go stopnia za pomocą suwaka.

Równania 3-go stopnia na naprężenia występujące w przewodach można rozwiązywać za pomocą suwaka logarytmicznego. Podamy tu wskazówki i przykłady stosowania tej metody, jako nie wszędzie znanej.

Równanie jest sprowadzone do postaci

$$\frac{B}{\sigma_x^2} = \sigma_x + A.$$

Kreskę suwaka ustawia się na skali I (1...100) na wartości B, dzieli się tę wartość przez kwadrat próbnie założonej wartości σ_x nasuniętej pod kreskę na skali III (1...10). Odczytuje się iloraz $\frac{B}{\sigma_x^2}$ na skali I, następnie porównywa się wartość ilorazu $\frac{B}{\sigma_x^2}$ z sumą założonego σ_x plus A. Jeżeli jest różnica, powtarza się próbę z inną wartością σ_x póty, póki nie otrzyma się ilorazu $\frac{B}{\sigma_x^2}$ równego $\sigma_x + A$ tak dalece, jak to się da osiągnąć i odczytać na suwaku półmetrowym. Wartość σ_x spełniająca równanie jest wartością poszukiwanego naprężenia.

Przykład 1 (rys. 5 i tabl. IV).

$A = -8{,}7473 \quad B = 4{,}76$. Rozwiązanie: $\sigma_x = 8{,}8086$

Tablica IV

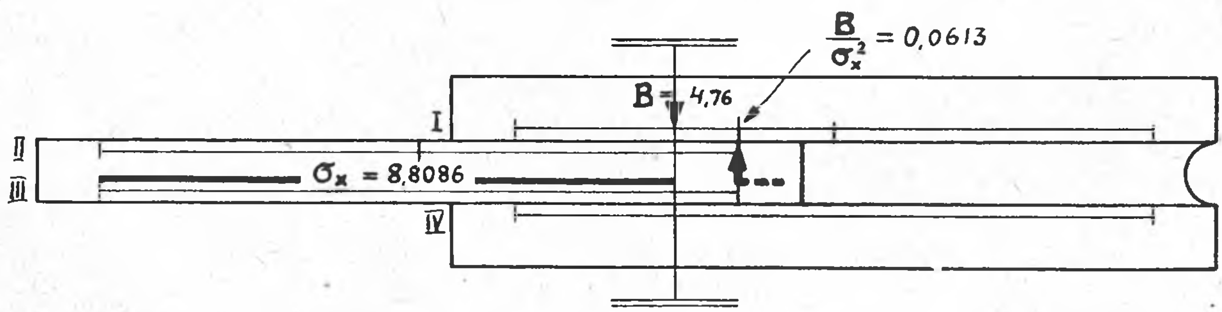
Próbna wartość σ_x	8,6000	8,9000	8,8000	8,8090	**8,8086**
Dane A	—8,7473	—8,7473	—8,7473	—8,7473	—8,7473
Suma $\sigma_x + A$	—0,1473	+0,1527	+0,0527	0,0617	0,0613
Odczytane $\frac{B}{\sigma_x^2}$		0,0602	0,0615	0,0613	0,0613
Różnica		+0,0925	—0,0098	+0,0004	0
Uwagi	źle, suma ma być > 0	σ_x zaduże	σ_x za małe	σ_x zaduże	dobrze

Przykład 2 (rys. 6 i tabl. V).

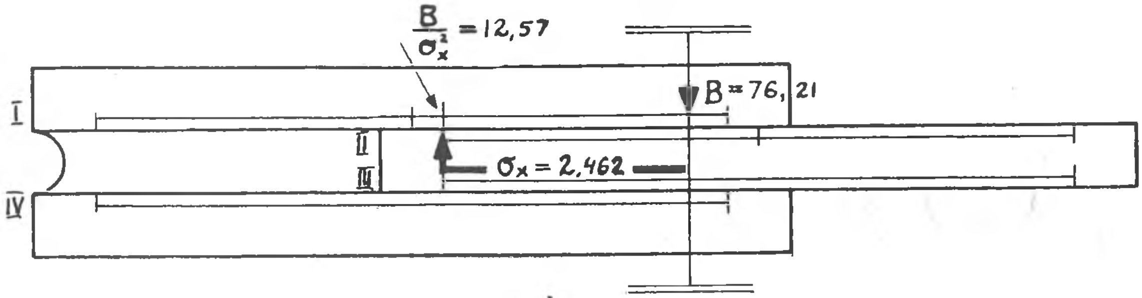
$A = 10{,}111 \quad B = 76{,}21$. Rozwiązanie: $\sigma_x = 2{,}462$

Tablica V

Próbna wartość σ_x	2,600	2,450	2,465	**2,462**	2,461
Dane A	10,111	10,111	10,111	10,111	10,111
Suma $\sigma_x + A$	12,711	12,561	12,576	12,573	12,572
Odczytane $\frac{B}{\sigma_x^2}$	11,280	12,700	12,545	12,570	12,580
Różnica	+ 1,431	— 0,139	+ 0,031	+ 0,003	— 0,008
Uwagi	σ_x zaduże	σ_x za małe	σ_x zaduże	?	$\sigma_x = 2{,}462$



Rys. 5. Rozwiązywanie równań 3-go stopnia za pomocą suwaka



Rys. 6. Rozwiązywanie równań 3-go stopnia za pomocą suwaka

LITERATURA

1. Behrens, Lux, Metzger: Aluminium Freileitungen, wyd. V, 1940
2. Bittler: Berechnung der Durchhänge von Stahl-Aluminiumseilen. BBC-Mitteilungen, 1922, zesz. 2, str. 40
3. Domański E.: O obliczaniu naprężeń i zwisów przewodów złożonych. Przegl. Elektr., 1939, z. 15, str. 787
4. Girkmann, Königshofer: Die Hochspannungs-Freileitungen, 1938
5. Knowlton A. E.: Standard Handbook for Electrical Engineers, wyd. VII, 1941, rozdz. 13
6. Riabkow A. Ja.: Elektriczeskije sjeti i linii elektropieriedaczy, 1945
7. Rziha E., Seidener J.: Starkstromtechnik, tom II, wyd. VII, 1931
8. Strand: Die Berechnung von Stahlaluminium-Leitungen. ETZ, 1924, str. 654

INŻ. MARCEL TESSIER

Postępy techniczne w elektryfikacji kolei francuskich*)

Treść. Autor omawia rozwój techniczny urządzeń stałych i taboru na zelektryfikowanych kolejach francuskich prądu stałego, opisuje je szczegółowo i podaje zagadnienia, na których koncentrują się obecnie wysiłki techników francuskich w dziedzinie trakcji elektrycznej. Druga część artykułu poświęcona jest trakcji prądu jednofazowego na 50 Hz.

Технический прогресс в электрификации железных дорог во Франции. Автор представляет развитие как постоянных сооружений для электрической тяги, так и подвижного состава электрических дорог постоянного тока и указывает проблемы, на которых сосредоточены в настоящее время усилия французских специалистов в области электрической тяги. Вторая часть статьи посвящена тяге на однофазном токе в 50 пер./сек.

Technical progress in the electrification of railways in France. The author deals with the technical development of stationary equipment and rolling stock in the case of the electrified D. C. railway lines in France, providing a detailed description thereof and specifying those problems on which the present efforts of French electric traction technicians are concentrated. The second part of the article is devoted to single-phase, 50 Hz traction.

I. TRAKCJA ELEKTRYCZNA PRĄDU STAŁEGO

1. Zasilanie podstacji wysokim napięciem.

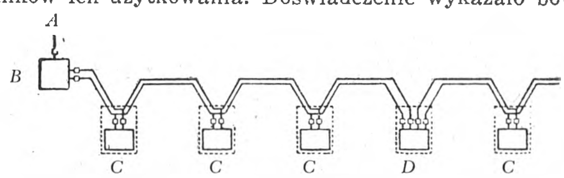
Zobaczmy przede wszystkim, jak jest pobierana energia elektryczna z sieci wysokiego napięcia, a następnie przetwarzana na podstacjach z prądu zmiennego na stały.

Energia elektryczna doprowadzana jest do podstacji trakcyjnych z wielkich stacji rozdzielczych sieci państwowej wys. nap. przez linie, których napięcie wynosi zwykle 60 lub 90 kV.

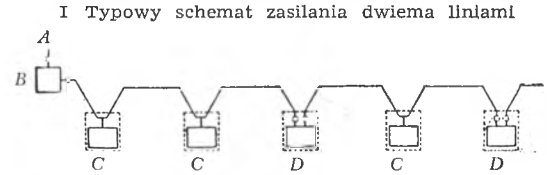
Na liniach zelektryfikowanych zasilanie wysokim napięciem jest zapewnione, zależnie od gęstości ruchu, za pomocą jednej lub dwóch linii wys. nap., biegnących równolegle do torów, które zasilają jednocześnie wszystkie podstacje. Zasilanie dwiema równoległymi liniami wys. nap. było dotychczas uważane za konieczne na liniach o dużym ruchu ze względów bezpieczeństwa dla zapewnienia ciągłości pracy. Miało ono na celu zapewnienie nieprzerwanej obsługi jednej lub kilku podstacji w razie przerwy na jednej z linii przesyłowych (rys. 1).

Na linii Paryż—Lyon przy zachowaniu dwóch linii wys. nap. względy bezpieczeństwa będą mniej surowo przestrzegane, chociaż będą one jeszcze całkowicie wystarczające dla potrzeb trakcyjnych. Między Paryżem i Dijon podstacje będą zasilane na zmianę przez jedną z dwóch linii wys. nap., a nie jednocześnie przez obie linie. Druga linia wchodzi jednak do rozdzielni zewnętrznej. Za pomocą prostych operacji, wymagających tylko bardzo krótkiej przerwy w ruchu, można zawsze przełączyć podstację na nieuszkodzoną linię. Między Dijon i Lyon podstacje będą przyłączone tylko do jednej z dwóch linii wys. nap. Przyjmuje się więc możliwość zatrzymania jednej podstacji wskutek wypadku na linii wys. nap., lecz rozmieszczenie ich wzdłuż torów jest takie, że podstacje sąsiadujące z nieczynną będą czasowo wystarczały do zasilania linii. Za chwilę powrócimy do tego szczegółu.

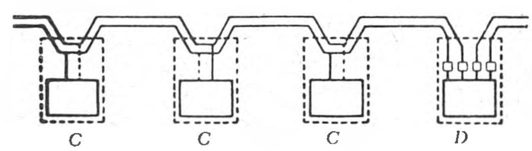
Wynikające stąd uproszczenia w urządzeniu części zewnętrznych podstacji pozwalają na znaczne oszczędności w wydatkach instalacyjnych. Jest to jeden z licznych przykładów ulepszeń, które powstały z doświadczenia i które dotyczą nie tyle strony technicznej wyposażenia, ile warunków ich użytkowania. Doświadczenie wykazało bowiem,



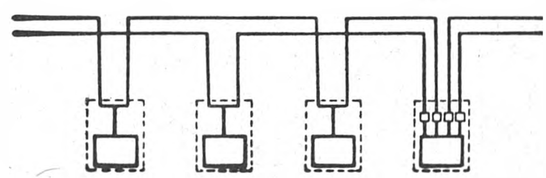
I Typowy schemat zasilania dwiema liniami



II Typowy schemat zasilania jedną linią



III Typowy schemat zasilania przyjęty dla podstacji dwuzespołowych na linii Paryż—Dijon



IV Typowy schemat zasilania przyjęty dla podstacji jednozespołowych na linii Dijon—Lyon

Rys. 1. Schematy zasilania podstacji wysokiego napięcia
A Do sieci ogólnej
B Transformatornia wysokiego napięcia
C Podstacja zasilająca (odgałęzienie)
D Podstacja zasilająca (sekcja)

*) Odczyt wygłoszony 20. VI. 1949 r. w Głównym Instytucie Elektrotechniki w Warszawie.

jakie ustępstwa w dziedzinie zasilania możliwe są bez szkody dla pewności ruchu. Ta sprawa wiąże się z rozmieszczeniem podstacji wzdłuż linii i z ich mocą jednostkową.

2. Rozmieszczenie i moc podstacji.

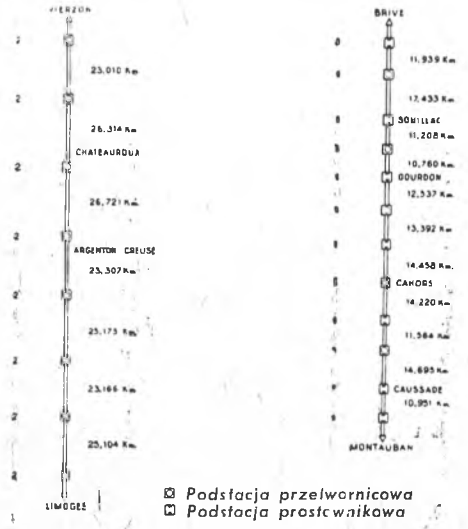
Czynniki wpływające na sposób rozmieszczenia podstacji i ich moc jednostkową są liczne; przede wszystkim są to wykresy jazdy, przewodność sieci roboczej oraz dopuszczalne średnie i największe spadki napięć na pantografach lokomotyw. Zagadnienie to nie może być sprowadzone do zwykłego rozwiązania pewnej liczby równań.

Kilka różnych rozwiązań może być słusznych pod względem technicznym i jedno z nich trzeba wybrać. Wybór jest kompromisem pomiędzy względami technicznymi i gospodarczymi. Chodzi o to, aby określić rozsądne granice, do których można dojść na drodze udoskonaleń technicznych.

Do niedawna najczęściej stosowane rozwiązanie polegało na rozmieszczeniu podstacji co 20—25 km i dawaniu im zapasu mocy równej 100%. Tak np. na odcinku Vierzon—

VIERZON-LIMOGES
Zespoły z 2 przetwornic po 2000 kW

BRIVE-MONTAUBAN
Zespoły z 2 przetwornic lub 2 prostowników po 2000 kW



Rys. 2. Rozmieszczenie podstacji na odcinkach Vierzon-Limoges i Brive-Montauban

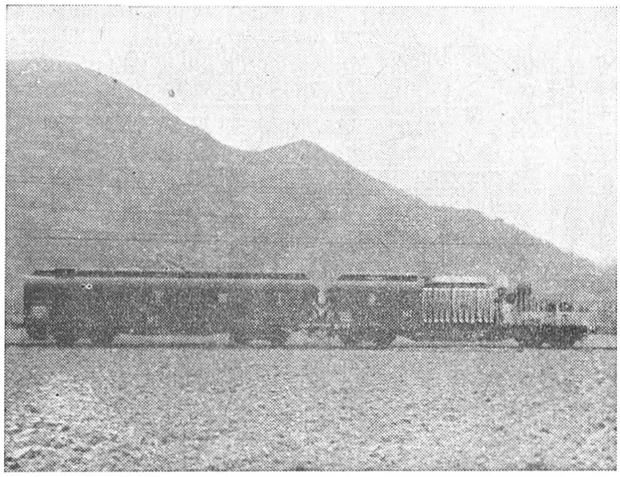
Liczby z lewej strony każdej podstacji podają liczbę zespołów przetwornicowych lub prostownikowych po 2×2000 kW każdy

Limoges (rys. 2) jedna podstacja, dla której wystarczyłby zespół przetwórczy 2000 kW, posiadała dwa zespoły dla zapewnienia bezpieczeństwa zasilania. Odległość między podstacjami jest taka, że nie można by jej bezkarnie podwoić w wypadku zatrzymania zespołu zasilającego. Takie rozwiązanie powoduje poważne unieruchomienie sprzętu. Rozwiązanie to nazywać będziemy „skoncentrowaną“ rezerwą.

W ostatnich projektach elektryfikacyjnych zostało przyjęte inne rozwiązanie. Instaluje się tylko jeden zespół na każdej podstacji, ale zmniejsza się ich rozstawienie w taki sposób, że gdy jedna podstacja będzie unieruchomiona, podwójny odcinek może jeszcze być zasilany zadawalająco, choć mniej dogodnie niż w rozwiązaniu poprzednim. Z drugiej strony w warunkach normalnych zasilanie jest lepsze: w sumie jest mniej zespołów, lecz wszystkie pracują. Częściej wyzyskuje się ich znaczną przeciążalność. Zapasy mocy istnieją, ale zamiast skoncentrowania ich w nieczynnych zespołach rozmieszcza się je w zespołach pracujących. To rozwiązanie nazywa się — w przeciwieństwie do „skoncentrowanej“ rezerwy — rezerwą „rozłożoną“. Odcinek Brive—Montauban na linii Paryż—Tuluza (rys. 2) jest przykładem takiego rozwiązania.

Należy jednak zrobić następujące zastrzeżenie w wypadku zastosowania rozłożonej rezerwy. Unieruchomienie jednej podstacji — całkowicie dopuszczalne w większości wypadków — może być niepożądane, jeżeli ma trwać szereg dni. Zatrzymanie bowiem jednej z sąsiadujących podstacji mogłoby wtedy poważnie zagrozić całemu ruchowi. Na taką ewentualność należy więc przewidzieć ruchome podstacje zmontowane na wagonach (rys. 3).

Na linii Paryż—Lyon (rys. 4) rozwiązanie rozłożonej rezerwy zostało przyjęte na ostatniej części odcinka Dijon—Lyon. Podstacje rozmieszczone są średnio co 8 km



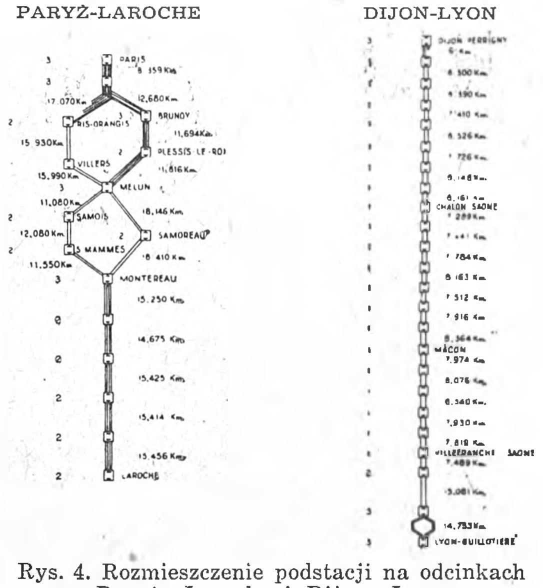
Rys. 3. Podstacja przewoźna na 4000 kW

i wyposażone są w jeden zespół przetwórczy o mocy znamionowej 4000 kW.

Między Paryżem i Dijon ten sam układ mógłby być brany pod uwagę. Jednakże — ponieważ znaczna część tej linii jest 4-torowa — duża liczba odprowadzeń na 1500 V wraz z całą związaną z tym aparaturą, która musiałaby być zmontowana na każdej podstacji, skasowałaby znaczną część korzyści gospodarczych tego rozwiązania. Ostatecznie przyjęte rozwiązanie łączy w sobie oba omówione sposoby. Rozstawienie podstacji zwiększone jest do 15 km, ich wyposażenie składa się z 2 zespołów po 4000 kW, jednak zasadniczą różnicą w stosunku do klasycznego

PARYŻ-LAROCHE

DIJON-LYON



Rys. 4. Rozmieszczenie podstacji na odcinkach Paryż—Laroche i Dijon—Lyon

Na obu odcinkach zespoły prostownikowe po 4000 kW
Liczby z lewej strony każdej podstacji podają liczbę zespołów prostownikowych po 4000 kW każdy

rozwiązania skoncentrowanego jest to, że oba zespoły mogą być normalnie jednocześnie używane. Moc rezerwowa pochodzi więc z rezerw wewnętrznych zespołów, a nie z zespołów nieczynnych. Ma się więc do czynienia z podstacjami o rezerwach rozłożonych, lecz dwujednostkowych.

Pewien szczegół zasługuje jednak na wzmiankę, a mianowicie sposób wyzyskania tych rezerw. W wypadku zatrzymania jednego z zespołów zespół pracujący nie mógłby sam zapewnić zasilania odcinka, gdyż zgodnie z założeniem jego własna rezerwa mocy byłaby do tego niewystarczająca. Moc żądana od podstacji przekraczałaby bowiem jego zdolność przeciążeniową. Aby zmusić podstacje sąsiadujące do wsparcia podstacji uszkodzonej, daje się świadomie zespo-

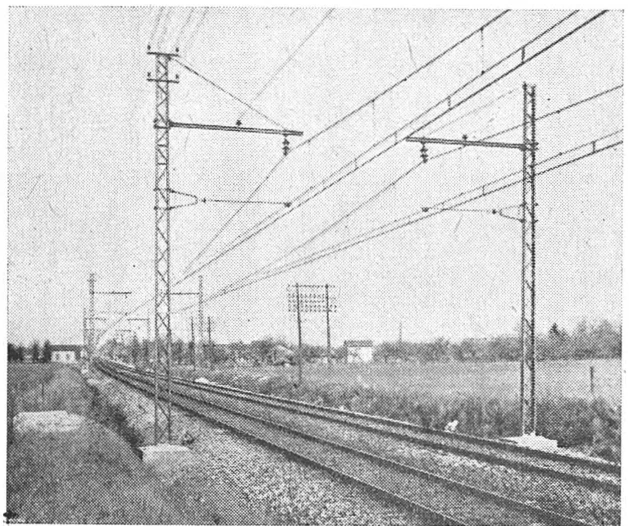
łowi, który pozostał w ruchu, bardziej opadającą charakterystykę zewnętrzną, poczynając od pewnego obciążenia; inaczej mówiąc, obniża się świadomie napięcie wyprostowane dostarczane przez osłabioną podstację. Zapotrzebowanie dodatkowej mocy przenosi się w ten sposób samoczynnie na sąsiednie podstacje, które je zaspakajają swoimi wewnętrznymi rezerwami.

Wreszcie, na niektórych punktach linii, które muszą być szczególnie pewne i nie mogą być narażone na żadne, nawet przejściowe ograniczenia co do jakości zasilania, przewidziano podstacje trzyzespołowe, z czego jeden zespół zapasowy.

Ogółem wyposażenie linii Paryż—Lyon będzie się składać z 92 zespołów przetwórczych po 4000 kW (czyli moc zainstalowana 370 000 kW), rozmieszczonych w 52 podstacjach, oraz z 3 zespołów ruchomych po 4000 kW zmontowanych na wagonach.

3. Sieć robocza i zasilanie torów.

Prąd stały doprowadzany jest linią napowietrzną, tzw. siecią łańcuchową, do pantografów lokomotyw. Prądy pobierane przez lokomotywy mogą osiągać 3000 A.



Rys. 5. Sieć o zawieszeniu łańcuchowym na osobnych słupach

Główne charakterystyki powszechnie stosowanej we Francji sieci łańcuchowej są następujące (rys. 5).

Główna lina nośna z brązu o dużej wytrzymałości mechanicznej podtrzymuje linę pomocniczą z miedzi i 2 miedziane druty jezdne. Te druty jezdne są rozpięte w odcinkach po 1200 m i zakończone urządzeniami naprężającymi, przeważnie przeciwwagami, które pozwalają na utrzymanie stałego naciągu niezależnie od dużych zmian temperatury.

Sieć robocza stosowana dotąd miała przekrój równoważny 400 mm² miedzi.

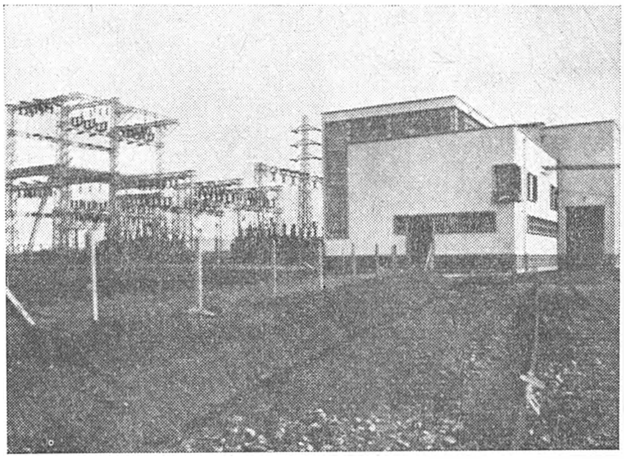
Intensywny ruch na linii Paryż—Lyon zmusił do zwiększenia przekrojów sieci pomimo mniejszych odległości między podstacjami dla uniknięcia nadmiernych spadków napięć i nagrzewania się przewodów. Zwiększenie to zostało wykonane przeważnie przy pomocy przewodów wzmacniających oraz dzięki zwiększeniu przekroju właściwej sieci roboczej z 400 do 480 mm². Sieć stała się przez to cięższa, ale tym samym umożliwia lepsze pobieranie prądu przy dużych prędkościach; prędkość dozwolona na linii Paryż—Lyon będzie wynosić 140 km/h.

Dla polepszenia warunków zasilania lokomotyw i zmniejszenia spadków napięć zaleca się wyzyskanie — do przenoszenia prądu przeznaczonego dla pociągu jadącego po jednym torze — miedzi obu torów. Dlatego w połowie odległości między podstacjami znajdują się posterunki łączące równolegle oba tory i zapewniające jednocześnie możność ich dzielenia.

Należy dodać, że zaletą podstacji o rozłożonych rezerwach jest możność pominięcia tych posterunków ze względu na zmniejszoną odległość między podstacjami. Taki przypadek mamy na przykład na odcinku Dijon—Lyon.

4. Wyposażenie podstacji.

Posterunek zewnętrzny. Na zewnątrz podstacji znajduje się klasyczna stacja transformatorowa, której zadaniem jest obniżanie napięcia. Ponadto posterunek zewnętrzny pozwala na sekcjonowanie linii wys. nap. oraz zapewnia ich bezpieczeństwo. Technika budowy posterunków zewnętrznych przeszła ewolucję taką samą, jak pod-

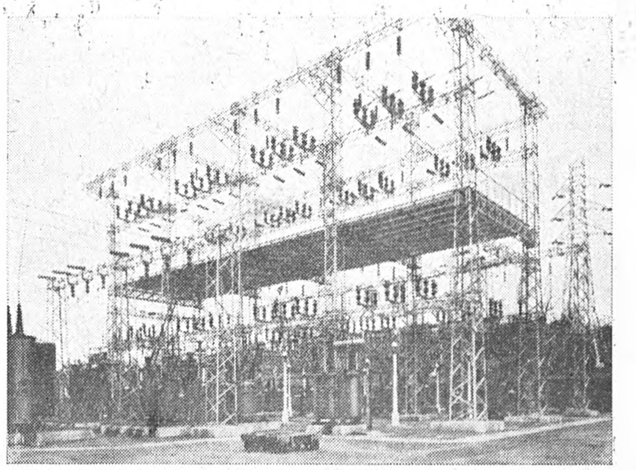


Rys. 6. Podstacja na linii Paryż—Le Mans (odgałęzienie), 1937

stacje rozdzielcze. Wysokie konstrukcje stalowe zastąpiono parterowymi z rozmieszczonymi nisko układami połączeń (rys. 6, 7 i 8).

Zespoły przetwórcze. Główną częścią wnętrza podstacji są zespoły przetwórcze. Do przetwarzania prądu trójfazowego na stały prostowniki rtęciowe zastępują coraz częściej przetwornice, aczkolwiek do 1935 r. nie stosowano ich prawie wcale na podstacjach francuskich.

W chwili obecnej ok. 70% energii do celów trakcyjnych przetwarza się jeszcze w przetwornicach jednotwornikowych. W nowych urządzeniach jednak udział ich jest bar-



Rys. 7. Podstacja na linii Paryż—Le Mans (sekcja), 1937

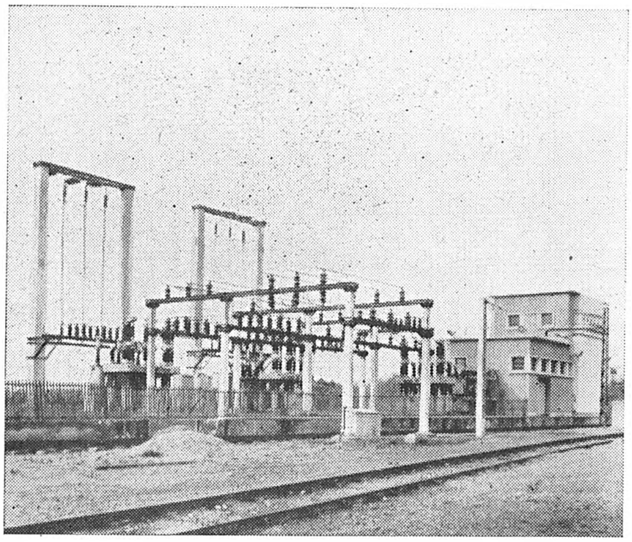
dzo skromny. Tak np. są one użyte na linii Brive—Montauban o dużych i długich wzniesieniach, na których stosuje się odzyskiwanie energii. Przy jeździe z góry lokomotywa pchana jest przez pociąg i działa jako prądnica. Część energii odzyskanej w ten sposób zużywa się do napędu pociągu znajdującego się w pobliżu, ale reszta musi być oddana na sieć wys. nap. za pośrednictwem podstacji. W okresie elektryfikowania linii Brive—Montauban uznano za bardziej celowe użycie do tego przetwornic.

Z wyjątkiem tego wypadku szczególnego prostownik zastąpił obecnie zupełnie przetwornicę jednotwornikową na wszystkich nowszych zelektryfikowanych liniach. Przyczyny tego są ogólnie znane: prostownik jest tańszy, zajmuje mniej miejsca, jest lżejszy, co pozwala na oszczędności w budynku. Sprawność jego jest wyższa, szczególnie przy słabych obciążeniach, a wiadomo powszechnie, że

w warunkach trakcyjnych zdarzają się one często; jest łatwy do uruchomienia, co jest bardzo cenne przy sterowaniu zdalnym; można go wreszcie łatwo montować na wagonach, tworząc stacje przewoźne.

Z punktu widzenia konstrukcyjnego ewolucja idzie w kierunku zwiększenia mocy jednostek. Obecnie istniejące zespoły mają moce znamionowe 1500, 2000 i 2750 kW, a zespoły Paryż—Lyon będą mieć po 4000 kW. Moc ta może być znacznie przekroczona przy przeciążeniach: warunki techniczne wymagają przeciążalności 50% przez 2 godziny i 200% przez 5 minut. Widać stąd wyraźnie, jak korzystne jest posiadanie takiej rezerwy wewnętrznej mocy przy rozwiązaniu z rozłożonymi rezerwami.

Prostowniki stosowane w trakcji są typu wielo-anodowego o 6, 12 i 18 anodach. Stosowanie chłodzenia powietrz-



Rys. 8. Podstacja na linii Brive—Montauban, 1942

nego ograniczone było dotąd do mocy rzędu 500 kW, podczas gdy dla większych mocy stosowane było wyłącznie chłodzenie wodne. Na linii Paryż—Lyon zastosowane będą nadal w 2/3 podstacyj prostowniki z chłodzeniem wodnym, ale na ostatnim odcinku linii Dijon—Lyon, to jest na tym, na którym użyte będą podstacje jedno-zespołowe, prostowniki mieć będą chłodzenie powietrzne. Będą to jednostki o mocy po 4000 kW, składające się z dwóch kadzi po 2000 kW. Są to jednak niewątpliwie zespoły pojedyńcze, gdyż obie kadzie zasilane będą prądem zmiennym 6-fazowym z jednego transformatora.

Jak wiadomo, charakterystyka prądowa zespołu transformator-prostownik ma kształt opadający. Przy czynnych spadkach napięcia na linii spadek napięcia na zaciskach prostownika dodaje się do tego spadku. Można zapobiec tej niedogodności oddziaływując na moment zapłonu anod za pomocą siatek sterowniczych i dobierając go w zależności od obciążenia. Ten system sterowania zastosowany na niektórych liniach francuskich wymaga jednak skomplikowanego i delikatnego wyposażenia.

Nasze zamiłowanie do prostoty i pewności działania skłoniło nas do zrezygnowania w najnowszych urządzeniach ze sterowania siatkowego wyprostowanego napięcia w zależności od obciążenia. Dzięki zmniejszeniu odległości między podstacjami i zwiększeniu przekrojów miedzi sieci roboczej ogólny spadek napięcia nie przekracza nigdy dopuszczalnych granic.

Jak już wspomniano, na niektórych podstacjach linii Paris—Lyon (podstacje dwuzespołowe o rezerwach rozłożonych) okazało się rzeczą konieczną — w razie uszkodzenia jednego z zespołów — obniżanie napięcia wyprostowanego w zespole pozostającym w ruchu, poczynając od pewnego obciążenia, w celu odciążenia tego zespołu i samoczynnego wyzyskania rezerw wewnętrznych podstacji sąsiadujących. Rezultat ten uzyskuje się przez załamanie charakterystyki napięcie — prąd, poczynając od pewnego obciążenia i za pomocą odpowiednich urządzeń siatek sterowniczych (rys. 9).

Dużo się mówi ostatnio o dalszej ewolucji w dziedzinie budowy prostowników, np. o prostownikach jedno-anodowych i prostownikach bezpompowych. Tymczasem prostowniki dla linii Paryż—Lyon oparte są na studiach sprzed kilku lat. Powstaje zagadnienie, czy nie byłoby rzeczą celową zastosowanie najnowszych konstrukcji prostowników przy elektryfikacji nowych linii.

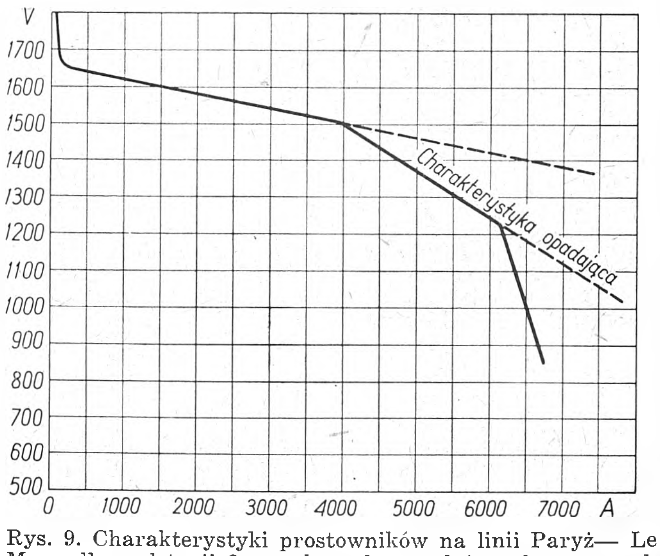
Wciąż szukamy rozwiązań pozwalających jednocześnie na ograniczenie kosztów zakładowych i na oszczędności eksploatacyjne, jednak takich, które zapewnią niezbędne bezpieczeństwo ruchu kolejowego. Z tego względu nie możemy się zgodzić na przyjęcie żadnego ulepszenia, które by nie zostało potwierdzone dostatecznie długą praktyką eksploatacyjną.

Wydaje się, że pierwszym etapem, do którego należy dążyć w rozwoju prostowników rtęciowych, powinno być wprowadzenie kadzi wieloanodowych, bezpompowych i chłodzonych powietrzem. Skasowanie całego wyposażenia niezbędnego do utrzymywania próżni i chłodzenia wodnego byłoby już niewątpliwie wielkim ulepszeniem.

Mówiąc nawet pokrótce o prostownikach trakcyjnych, nie można pominąć zagadnień, które powstają w związku z ich użyciem. Prostownik rtęciowy różni się całkowicie od wirujących maszyn elektrycznych. Jest on zupełnie cichy i nie ma w nim wzajemnego oddziaływania pól elektromagnetycznych i obwodów prądowych. Prostownik wielofazowy jest właściwie udoskonalonym przerywaczem, zamykającym kolejno w określonym rytmie obwody poszczególnych faz. Jest rzeczą zrozumiałą, że tego rodzaju źródło stanów nieustalonych musi zakłócać w pewnej mierze obwody, w które jest włączone. Zakłócenia te wywołują powstawanie harmonicznych zarówno w pierwotnym obwodzie prądu zmiennego, jak i w obwodach roboczych prądu stałego, przy czym harmoniczne te są źródłem zakłóceń radiowych i telefonicznych.

Bez wchodzenia w szczegóły pragnę nadmienić, że tę wadę prostownika, pozornie dość poważną, udało się przezwyciężyć. Po stronie prądu stałego zastosowano filtry na głównych częstotliwościach, a co ważniejsze — skablowano obwody telefoniczne biegnące wzdłuż torów kolejowych. To ostatnie rozwiązanie zastosowano na linii Paryż—Lyon.

Po stronie prądu zmiennego zakłócenia mogą się okazać szkodliwe tylko na liniach o intensywnym ruchu, które jak linia Paryż—Lyon pobierają znaczne moce z sieci wys. napięcia. Jednym z rozwiązań byłoby zwiększenie liczby faz prostowników — obliczenie wykazuje bowiem, że rząd



Rys. 9. Charakterystyki prostowników na linii Paryż— Le Mans dla podstacji 2-zespołowych o rozłożonych rezerwach
Zespoły transformator-prostownik, prototypy na 4000 kW, 60 kV

i amplituda harmonicznych maleją ze wzrostem faz. Inne rozwiązanie bardziej pomysłowe polega na przesunięciu faz jednych podstacji w stosunku do drugich: 4 sąsiednie podstacje 6-fazowe przesunięte względem siebie o 15° zachowują się tak, jak układ 24-fazowy pod warunkiem, że będą one równomiernie obciążone. W warunkach eksploatacyjnych największe obciążenia występują wówczas, gdy wielka liczba pociągów pośpiesznych wysyłana jest w krótkich odstępach czasu. W tym wypadku zbliżamy się do warunków równomiernego obciążenia 4 sąsiednich podstacji.

Urządzenia dodatkowe. Brak miejsca nie pozwala na szczegółowe omówienie urządzeń dodatkowych na podstacjach. Są one niewątpliwie ważne, lecz zarówno urządzenia ochronne, jak odpływy na 1500 V oraz urządzenia pomocnicze nie odznaczają się żadnymi szczególnymi ulepszeniami.

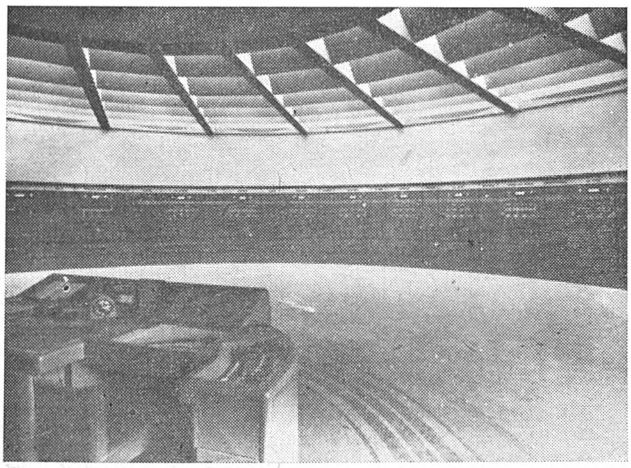
Należy jednak nadmienić, że nowy system sterowania na odległość pozwolił na uniknięcie pewnej liczby układów samoczynnych, a zatem na uproszczenie całego urządzenia. Tak np. na linii Paryż—Lyon nie będziemy stosować samoczynnego uruchamiania prostowników, ani ponownego włączania samoczynnego wyłączników nadmiarowych po zwarciu na linii. Manewry te pozostawione są inicjatywie dyżurnego ruchu w centrali rozrządczej.

5. Sterowanie podstacjami.

Podstacja stanowi urządzenie dość skomplikowane, wyposażone w znaczną ilość różnorodnej aparatury. Praca jej musi być dostosowana do zmiennych warunków ruchu kolejowego oraz do możliwości wypadków. Pierwszym ulepszeniem w dziedzinie sterowania było zastąpienie w miarę możności potrzeby stałego dozoru przez odpowiednie wyposażenie samoczynne. Kolejne fazy rozruchu przetwornicy mogą np. być wykonane samoczynnie, jeśli nadany zostanie pierwszy potrzebny impuls rozruchowy. Nawet ten impuls może być również samoczynny. Ogólne całe działanie aparatury może być kierowane i dozorowane samoczynnie bez ludzkiej pomocy.

Tego rodzaju ewolucja w kierunku automatyzacji podstacji dotyczy nie tylko trakcji. Znalazła ona zastosowanie w wielu urządzeniach przemysłowych. W kolejnictwie miała ona jednak znaczenie szczególne, gdyż pozwoliła na ograniczenie personelu podstacji z 8 do 3 pracowników. Zresztą praca tych pozostałych 3 osób jest lekka, bo zadaniem ich jest raczej konserwacja urządzeń, a tylko dodatkowo wykonywanie ręcznych czynności niezautomatyzowanych ze względu na konieczność powzięcia swobodnej decyzji.

Nasuwa się logicznie wniosek rozdzielenia tych dwóch czynności i powierzenia drugiej z nich, tj. kierowania nie-



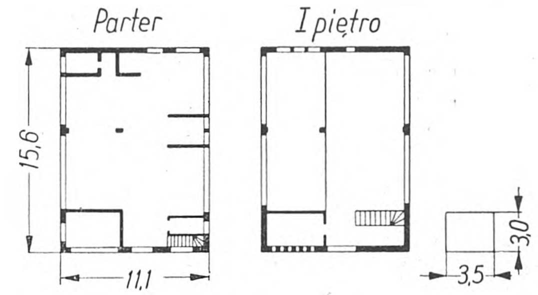
Rys. 10. Sala rozrządcza podstacji na linii Paryż—Le Mans

którymi operacjami, jednemu pracownikowi obsługującemu równocześnie szereg podstacji. Trudność polegała na dostarczeniu temu pracownikowi środków, umożliwiających mu zdalne wykonywanie czynności oraz uzyskiwanie na odległość potrzebnych wiadomości o stanie podstacji. Natomiast korzyści z takiej centralizacji były oczywiste: dalsza oszczędność personelu oraz możliwość umieszczenia pracownika obsługującego podstację w pobliżu innych odpowiedzialnych za ruch, a zatem na posterunku rozrządczym. W ten sposób obsługujący obejmuje całość ruchu na linii i może dostosować działanie podstacji do chwilowych potrzeb eksploatacyjnych.

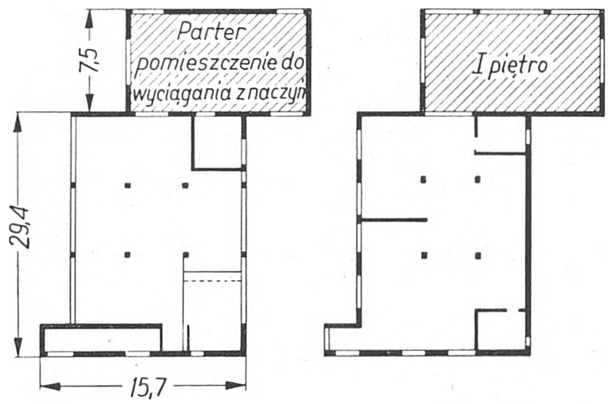
Jak już wspomniano, szerokie możliwości, które daje sterowanie zdalne, pozwoliły nawet na pewne cofnięcie się na drodze do automatyzacji podstacji, gdyż okazało się możliwe przekazanie obsługującym pewnym czynności, które dotąd wykonywane były samoczynnie przez podstacje.

Nie wchodząc w szczegóły techniczne urządzeń, nadmienimy, że sterowanie na odległość wypróbowane zostało w dwóch rozmaitych rozwiązaniach przy elektryfikacji Paryż—Le Mans na 11 podstacjach i Brive—Montauban na 12 podstacjach. Rozwiązanie zastosowane na linii Paryż—Le Mans, widoczne na rys. 10, okazało się bardziej odpowiednie dla linii o dużym ruchu i zastosowane zostanie niemal bez zmian na linii Paryż—Lyon.

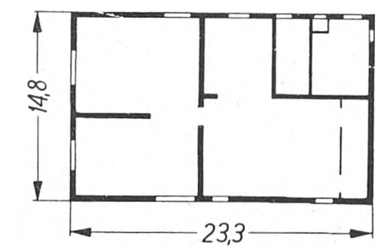
System na linii Paryż—Lyon oparty jest na zasadzie telegrafii harmonicznej i wymagać będzie zaledwie 2 czwórek telefonicznych w kablu telefonicznym dalekosiężnym, stanowiącym łączną własność kolei i dyrekcji poczt dla obsługi wszystkich podstacji.



Podstacja na linii Tours—Bordeaux
Powierzchnia 357 m²



Podstacja na linii Paryż—Le Mans
Powierzchnia 892 m² + pomieszczenie do wyciągania z naczyń 105 m²



Podstacja na linii Paryż—Lyon
Powierzchnia 345 m²

Rys. 11. Porównanie powierzchni podstacji

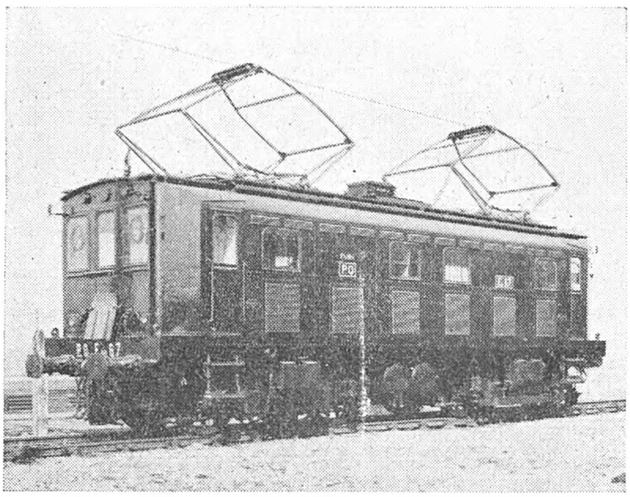
Wszystkie 52 podstacje obsługiwane będą przez 3 dyżurnych rozmieszczonych w dyrekcjach 3 odcinków ruchowych linii: w Paryżu, Dijon i Lyon. Na każdej podstacji znajdować się będzie tylko jeden pracownik, którego zadaniem będzie konserwacja urządzeń i sprzątanie podstacji. Wszelkie poważniejsze prace wykonywane będą przez specjalne brygady lotne.

Oszczędność uzyskana tym sposobem jest niewątpliwa, a osiągnięte już wyniki potwierdzają korzyści eksploatacyjne.

6. Ogólny kierunek rozwoju urządzeń stałych.

Ewolucja techniczna naszych urządzeń stałych w trakcji elektrycznej nie polega na poważniejszych ulepszeniach w wyposażeniu elektrycznym. Ulepszenia te wprowadza się stale, jednak nie powodują one żadnych nagłych zmian. Postęp koncentruje się głównie na upraszczaniu urządzeń i w sposobach ich wyzyskania. Chodzi o obniżenie —

w miarę możliwości bez ujemnego wpływu na eksploatację — kosztów zakładowych i eksploatacyjnych, a w szczególności wydatków na utrzymanie. Porównanie powierzchni



Rys. 12. Lokomotywa BB 1 do 80 (1924)

zajmowanej przez podstację doskonale odzwierciadla tę tendencję. Rys. 11 wskazuje, jak dalece udało się ograniczyć rozmiary podstacji na linii Paryż—Lyon, choć moc ich wynosi 8000 kW.

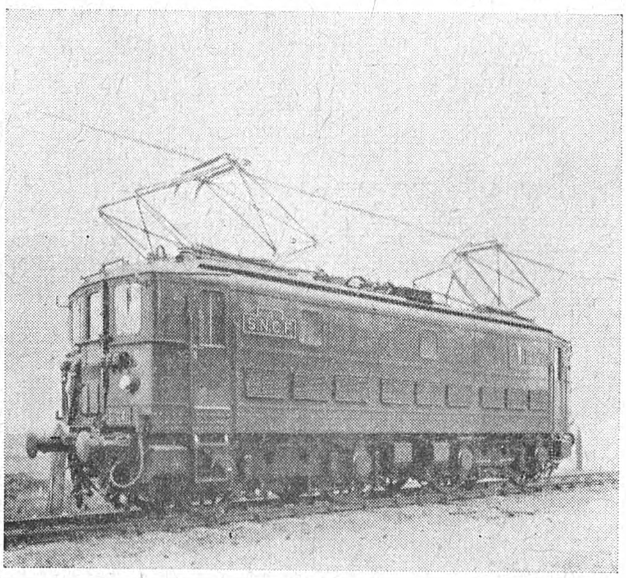
7. Tabor: typy BB i 2D2.

Wyżej przedstawiono w krótkości rozwój urządzeń stałych i ogromne zmiany, które w nich zaszły w ciągu ubiegłych 25 lat. Zmiany te zauważyć może każdy podróżujący po zelektryfikowanych liniach; łatwo dostrzeże on różnice w wyglądzie zewnętrznym podstacji na linii Paryż—Lyon.

W dziedzinie lokomotyw elektrycznych zmiany są mniej widoczne dla niespecjalisty. Od samego początku lokomotywy dzieliły się na dwie zasadnicze grupy, obejmujące niemal całość taboru prądu stałego na 1500 V:

1) typ BB, posiadający 2 wózki o 2 osiach pędnych każdy, oraz

2) typ 2D2, posiadający 4 osie pędne z kołami o dużej średnicy, a po dwóch stronach po 2 osie toczne.



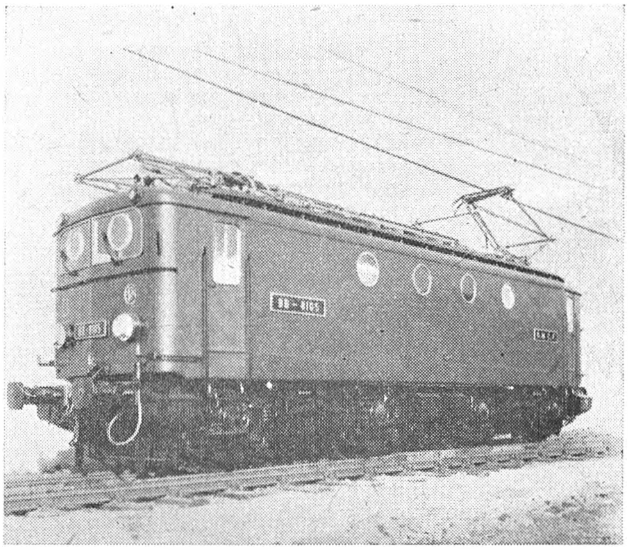
Rys. 13. Lokomotywa BB 240 (1938)

Na linii Paryż—Lyon zastosowane będą również lokomotywy tych dwóch typów, aczkolwiek będą się one różnić pod wieloma względami od poprzednio używanych. Powody zatrzymania się na dotąd stosowanych typach bez szukania nowych rozwiązań dadzą się wytłumaczyć w sposób następujący.

Oba typy lokomotyw mają po 4 osie pędne. Przy jednakowym obciążeniu na oś, wynoszącym 20 ton, prowadzi to do jednakowej największej siły pociągowej, wiadomo bowiem, że siła ta jest równa iloczynowi wagi przyczepnej przez współczynnik przyczepności pomiędzy kołami i szyną.

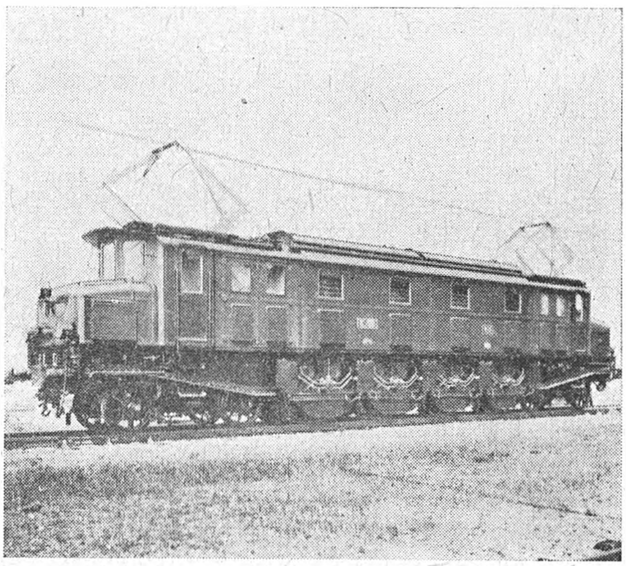
Największa siła pociągowa, którą można uzyskać przy wadze pędnej 80 ton, w większości wypadków wystarcza na kolejach francuskich, aczkolwiek poniżej podane są pewne wyjątki.

Taka siła pociągowa prowadzi dla pociągów o prędkościach poniżej 100 km/h, tj. dla pociągów towarowych



Rys. 14. Lokomotywa BB 8100 (1949)

i miejscowych, do pewnej określonej mocy ciągłej elektrowozów wynoszącej w przybliżeniu 1800 k. m. Moc tej wielkości może być bez trudu rozmieszczona w 4 silnikach



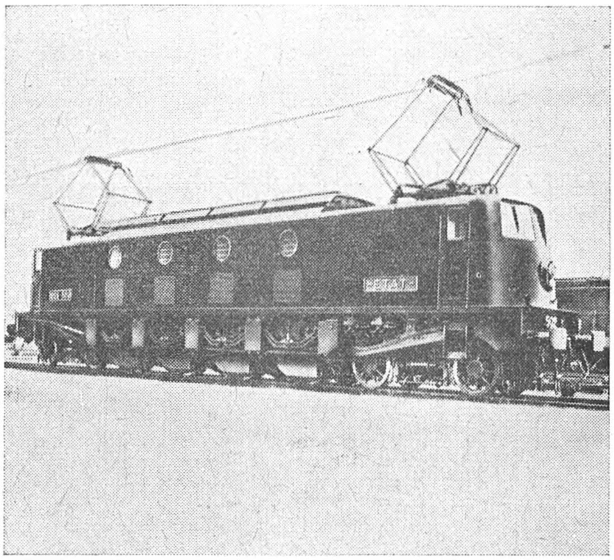
Rys. 15. Lokomotywa 2D2 5500 (1935)

typu tramwajowego. Stateczność lokomotywy tego typu pozostaje wystarczająca dla prędkości w pobliżu 100 km/h.

W ten sposób powstał typ lokomotywy BB przeznaczony przede wszystkim do prowadzenia pociągów towarowych i miejscowych. Zobaczymy dalej, że postępy lat ostatnich pozwoliły na znaczne przekroczenie mocy ciągłej 1800 k. m. i na rozszerzenie zakresu stosowania lokomotyw tego typu, tak że stały się one stopniowo elektrowozami uniwersalnymi, nadającymi się zarówno do napędu pociągów towarowych, jak i ciężkich pociągów osobowych przy prędkościach ograniczonych do 105 km/h.

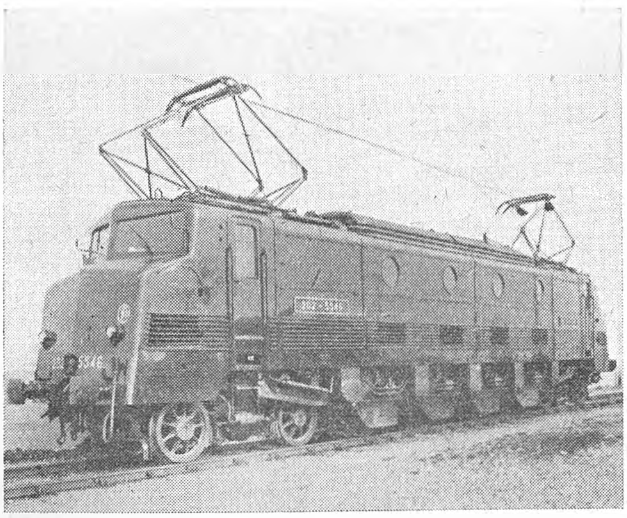
Aby rozwijać moce ciągłe znacznie większe, rzędu 3500 k. m., przy niezmienionej przyczepności (4 osie pędne po 20 t, razem 80 t), konieczne stało się przeniesienie silników poza wózki. Wskutek tego trzeba było zrezygnować z typu BB, a zwłaszcza dlatego, że jego stateczność nie pozwalałaby na rozwijanie prędkości eksploatacyjnych 120 a nawet 130 km/h, które muszą obecnie rozwijać pociągi pośpieszne.

Zarówno więc moc, jak i stateczność wymagały zaopatrzenia lokomotyw w osie toczne. Wybór padł na typ 2D2, dla którego waga ogólna wynosi ok. 140 t, gdy waga przyczepna pozostaje 80 t. Reszta rozkłada się na wózki



Rys. 16. Lokomotywa 2D2 5400 (1937)

toczne. Silniki o znacznie większej mocy mogą być wygodnie umieszczone wewnątrz pudła lokomotywy i mogą posiadać znaczne wymiary. Układy elastyczne, a raczej

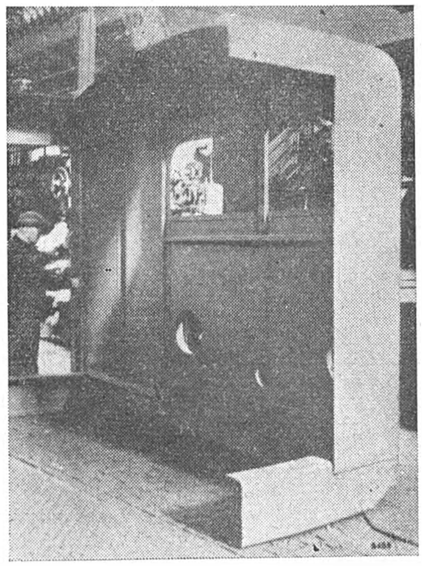


Rys. 17. Lokomotywa 2D2 5546 do 5550

odkształcalne zapewniają przekazywanie momentu z silników na osie.

Ten typ lokomotywy przeznaczony jest głównie do prowadzenia pociągów osobowych, przyśpieszonych i pośpiesznych. Istnieje szereg typów lokomotyw 2D2 różniących się pomiędzy sobą poważnie, zarówno pod względem budowy mechanicznej, jak i rozmieszczenia silników z wyposażeniem. Szczegółowy opis tych urządzeń wykraczałby poza rozmiary niniejszej pracy.

Rys. 12 pokazuje starą lokomotywę BB oddaną do ruchu w 1924 r. Na rys. 13 widać taką samą lokomotywę dla linii Tours—Bordeaux uruchomioną w 1938 r. Rys. 14 pokazuje lokomotywę BB dla linii Paryż—Lyon z 1949 r. Analogicznie dla lokomotywy 2D2 na rys. 15 pokazana jest lokomotywa z 1933 r., na rys. 16 z 1937 r. oraz na rys. 17 z okresu ubiegłej wojny.



Rys. 18. Kabina nowej lokomotywy BB

8. Rozwój techniczny lokomotyw.

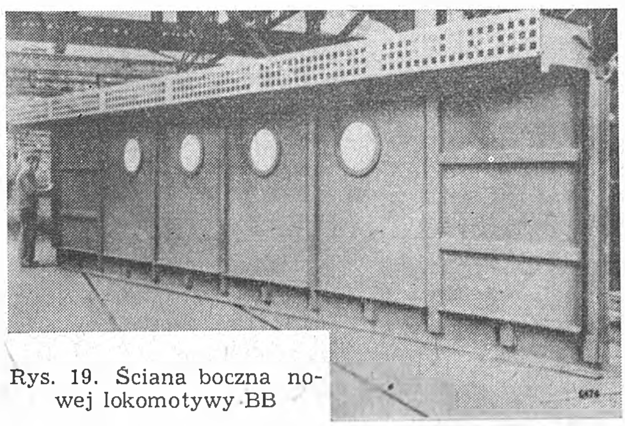
C z ę ś ć m e c h a n i c z n a. Konstrukcja nitowana ustępuje stopniowo konstrukcji spawanej. Odpowiednio wyginane blachy spawane zwiększają wytrzymałość przy niezmienionej wadze. Ułatwia to dostawy materiału. Pudło oraz wózki wykonane są z oddzielnie produkowanych części składowych łączonych wspólnie przy pomocy spawania przy montażu lokomotywy, co bardzo znacznie upraszcza budowę.

Na rys. 18—22 widać np. spawaną kabinę maszynisty, ścianę poprzeczną, użebrowanie podłogi, pudło gotowe do montażu wyposażenia oraz spawany wózek.

Duży wysiłek skierowano na usunięcie przyczyn zużywania się części i wynikających stąd luzów. Tak np. zastosowano do wylewu łożysk ślizgowych twarde metale, a szczególnie stal manganową dla prowadnic maźniczych, jak również dla czopów i sworzni przekładniowych.

Na nowych lokomotywach BB zastosowano inne niż dotychczas połączenia między maźnicami i ramą wózka. Zaniechano klasycznego rozwiązania złożonego z listew prowadzonych w saniach, które ulegały szybkiemu zużyciu i miały stałe luzy, a zastąpiono je układem dźwigni (rys. 23), zakończonych tulejkami gumowymi (silentbloc).

Użycie gumy rozpowszechnia się coraz bardziej na lokomotywach. Coraz częściej wprowadza się ją do obciążonych układów dźwigniowych oraz do zawieszenia.

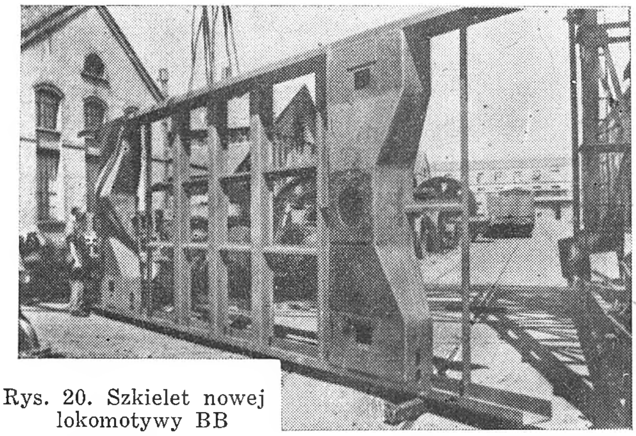


Rys. 19. Ściana boczna nowej lokomotywy BB

Badamy również możliwość zastosowania bandaży ze stali o większej wytrzymałości w celu uzyskania większych przebiegów pomiędzy dwu kolejnymi obtaczaniami kół.

Wszystkie zmiany w budowie części mechanicznej mają na celu ograniczenie kosztów utrzymania, co ma znaczenie

z tego względu, że utrzymanie części mechanicznej lokomotywy elektrycznej stanowi 60% całkowitych kosztów. Z drugiej strony od utrzymania części mechanicznej za-



Rys. 20. Szkielet nowej lokomotywy BB

leży częstość napraw głównych, ponieważ wyposażenie elektryczne i silniki lokomotywy mogą wytrzymać łatwo przebiegi 250 000 do 300 000 km. Tymczasem zużycie części mechanicznych wymaga napraw mniej więcej co 180 000 km. Dlatego też ograniczenie zużycia mechanicznego opłaca się pod każdym względem.

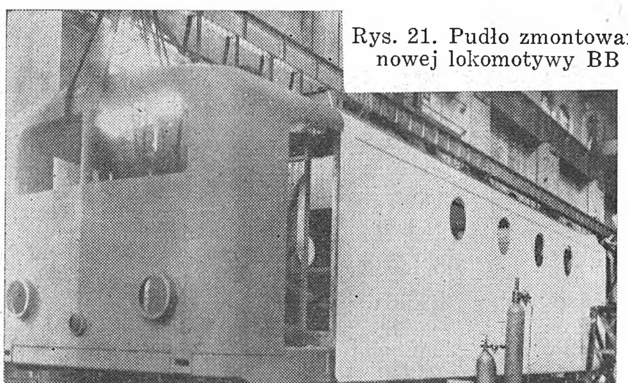
Ewolucja techniczna części mechanicznych występuje również w innej dziedzinie, a mianowicie w stateczności przy wielkich prędkościach. Zagadnienia, które dotyczą stosowania przy większych prędkościach lokomotyw bez osi tocznych, a które uważano za niemożliwe do rozwiązania 10 lat temu, mogą być obecnie uważane za rozwiązane dzięki zupełnej przemianie w technice budowy wózków lokomotyw, a w szczególności połączeń pomiędzy wózkami i pudłem.

Wyposażenie elektryczne. W tej dziedzinie zasługują na uwagę trzy poważne ulepszenia, mające na celu przede wszystkim uproszczenie obsługi. Są to:

1) rozmieszczenie wyposażenia w pudle w zestawach uprzednio skablowanych i gotowych do przyłączenia do instalacji elektrycznej wewnątrz lokomotywy; w razie uszkodzeń jakiegoś przyrządu odpowiedni blok zostaje szybko wymontowany i zastąpiony przez inny, podczas gdy blok wyjęty może być spokojnie naprawiony w warsztacie (rys. 24);

2) umocowanie styczników w „obsadach-zaciskach", tj. na podstawach będących jednocześnie doprowadzeniami prądu;

3) wprowadzenie przewietrzania nie tylko silników, ale i całego wyposażenia; uzyskane jest przez wprowadzenie niewielkiego nadciśnienia wewnątrz pudła, uniemożliwiającego dostanie się kurzu do wnętrza aparatury.



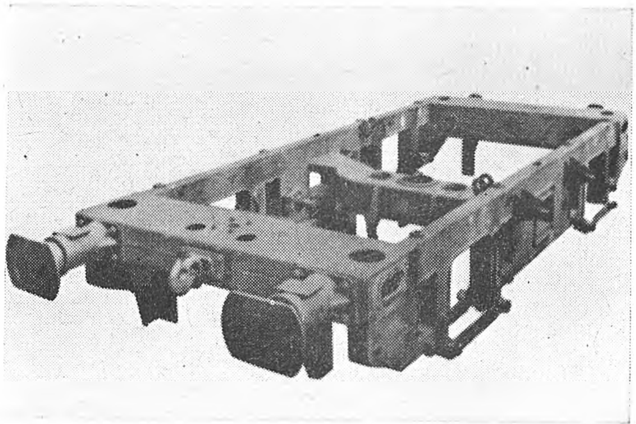
Rys. 21. Pudło zmontowane nowej lokomotywy BB

Silniki. Największe zmiany techniczne w wyposażeniu lokomotywy polegają na zwiększeniu mocy silników i na bardziej elastycznym ich wyzyskaniu. Moc ciągła pierwszych lokomotyw BB nie przekraczała 1000 k. m. Stopniowo wzrosła ona do 1800 k. m. i utrzymała się na tym poziomie około 15 lat. Najnowsza seria lokomotyw tego typu, którą zamówiono dla linii Paryż—Lyon, mieć będzie moc 2500 k. m.

Ten tak znaczny skok wymaga omówienia. Zresztą nie sam wzrost mocy gra tu rolę — trzeba rozważyć zakres prędkości, przy której moc ta może być wykorzystana. Rys. 25 podaje porównawczo charakterystyki 2 typów lokomotyw BB zbudowanych w odstępie zaledwie kilku lat. Oś odciętych stanowią siły pociągowe, oś rzędnych — prędkości. Moc ciągła, którą rozwinąć mogą maszyny, będzie na tym wykresie hyperbolą równoramienną:

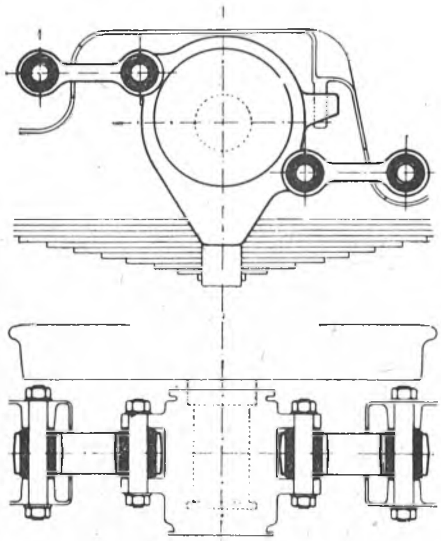
dla lokomotyw serii BB 325—1840 k. m. }
dla nowych lokomotyw BB —2500 k. m. } przy średnim napięciu roboczym 1350 V.

Charakterystyka naturalna silników opada szybciej niż odpowiednia hyperbola. Przy pełnym wzbudzeniu obie lokomotywy rozwijają pełną moc odpowiednio przy 45 km/h i 40 km/h. Jesteśmy zatem w ramach potrzeb pociągów to-



Rys. 22. Wózek spawany nowej lokomotywy BB

warowych. Dla zachowania tej samej mocy przy większych prędkościach konieczna jest zmiana charakterystyk silników. Muszą być one przesunięte na wykresie w prawo przez obniżenie wzbudzenia.



Rys. 23. Połączenia przegubowe pudła z wózkiem przy zastosowaniu tulejek gumowych

Do niedawna nie można było posuwać się na tej drodze zbyt daleko dla lokomotywy BB ze względu na trudności z komutacją i tendencję do zwarć na komutatorze, które pojawiały się przy osłabionym wzbudzeniu wskutek zwiększonej reakcji pola.

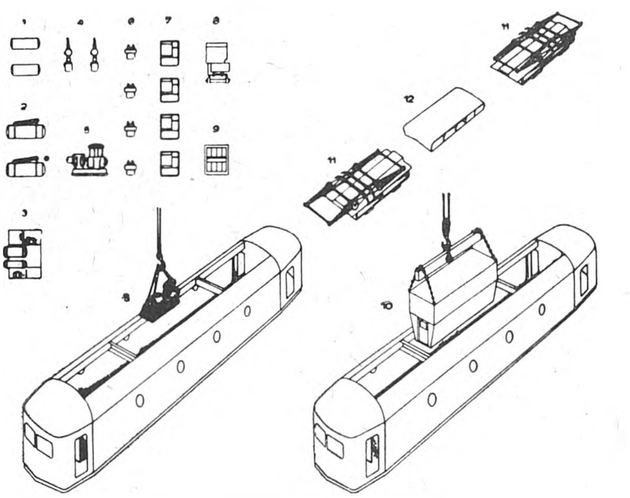
Stosunek prędkości, przy której moc ciągła może być rozwijana przy pełnym i przy osłabionym wzbudzeniu, nie przekraczał 1,4 do 1,6.

Silniki nowej lokomotywy BB podnoszą tę liczbę do 2,28 przez zastosowanie uzwojenia kompensacyjnego. Dotąd

tylko silniki całkowicie zawieszone mogły być kompensowane, jak np. silniki lokomotywy 2D2. Po raz pierwszy uzwojenie kompensacyjne zastosowano na nowych lokomotywach BB dla silników o zawieszeniu tramwajowym, a zatem poddanym silnym naprężeniom dynamicznym wywoływanym przez nierówności toru.

Z rys. 25 widać wyraźnie, jakie zalety daje zastosowanie tych uzwojeń: lokomotywa może rozwijać moc ciągłą w znacznie szerszym zakresie prędkości i staje się maszyną uniwersalną tak pożyteczną w eksploatacji.

Na rys. 26 widzimy, jakie są możliwości nowych lokomotyw BB. Na osi odciętych pokazane są prędkości, a na osi rzędnych — moce. Na wykresie wrysowane są normalne granice pracy lokomotywy. Krzywe prędkość/moc dotyczą pracy ciągłej przy średnim napięciu 1350 V i pracy godzinnej przy napięciu roboczym 1500 V. Charakterystyki mocy potrzebnej dla pociągów rozmaitych kategorii w poziomie i na wzniesieniach przecinają te krzywe w od-



Rys. 24. Zestawy wyposażenia nowych lokomotyw BB 0401

powiednich punktach, pozwalając na określenie możliwości lokomotywy. Wynoszą one dla pociągów towarowych i osobowych:

Waga ciągniona	Wzniesienie	Prędkość
1300 t	8‰	45 km/h
1300 t	5‰	55 km/h
600 t	8‰	80 km/h
800 t	5‰	80 km/h
800 t	poziom	105 km/h

Podobny wykres pokazany na rys. 27 ilustruje możliwości nowych lokomotyw 2D2 dla pociągów osobowych, a mianowicie:

Waga ciągniona	Wzniesienie	Prędkość
850 t	8‰	95 km/h
850 t	poziom	135 km/h
850 t	poziom	140 km/h

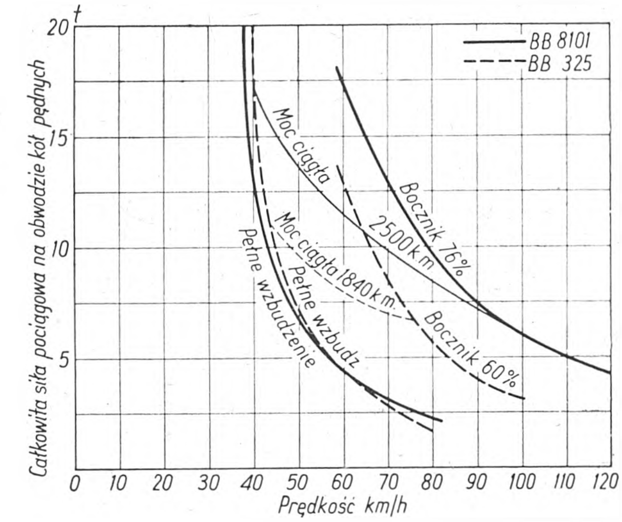
(przy mocy jednogodzinnej).

Prototypy. Pomimo szerokich możliwości eksploatacyjnych nowych lokomotyw BB i 2D2, wydaje się, że swoiste warunki eksploatacyjne panujące na niektórych liniach będą wymagać lokomotyw specjalnych. Tak np. linia łącząca Paryż z Tuluzą ma profil bardzo górzysty z długimi pochyłościami rzędu 10‰. Ruch towarowy obsługiwany jest przeważnie przez pociągi o wadze 1200 t, przejeżdżające tę linię od końca do końca. W chwili obecnej obsługiwane są one przez 2 lokomotywy Bo + Bo o łącznej wadze 156 t, gdy wystarczałaby do tego celu 1 lokomotywa o wadze pędnej 120 t.

SNFC prowadzi obecnie doświadczenia nad 2 prototypami lokomotyw dla tej linii — jednym typu CC i jednym typu BBB o wadze po 120 t każda (rys. 28 i 29).

Najnowszą lokomotywą elektryczną państwowych kolei francuskich jest lokomotywa typu CC, nr 7001 (rys. 30), która zasługuje, aby się z nią zapoznać, ponieważ otwiera ona szerokie możliwości dla lokomotyw o wielkich prędkościach bez osi tocznych.

Wielkie prędkości uzyskiwano dotąd wyłącznie za pomocą lokomotyw zaopatrzonych w wózki lub osie prowadzące (toczne). Wyjątek stanowiły może niektóre lokomotywy szwajcarskie i włoskie, lecz i te nie mogły przekraczać prędkości 125 km/h. Obciążanie torów bezpośrednio za pomocą zestawów silnie obciążonych i kół o wielkiej średnicy nie wydawało się możliwe. Użycie wózka lub osi

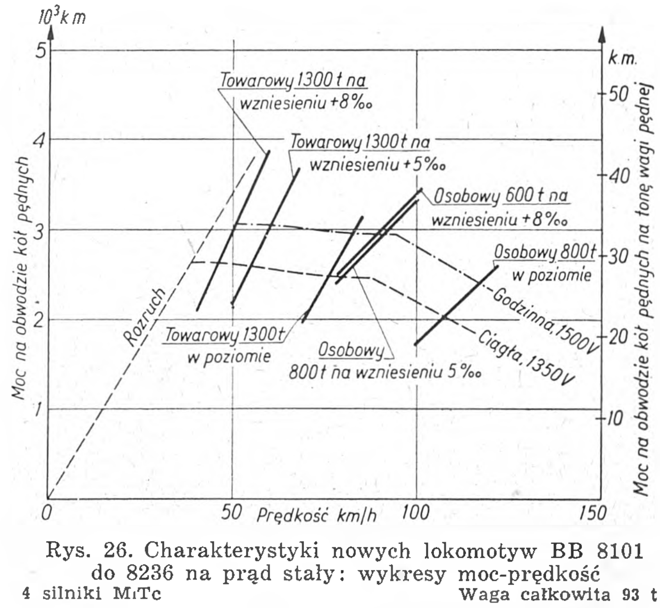


Rys. 25. Charakterystyki porównawcze „siła pociągowa-prędkość" nowych i dawnych lokomotyw BB przy 1350 V

tocznych zaopatrzonych w urządzenia centrujące pozwalały na ograniczenie naprężeń bocznych, wywoływanych w torach przez pierwszą oś pędną elektrowozu. Lokomotywy takie były jednak ciężkie, a zatem kosztowne.

Nowa lokomotywa CC rozwiązuje trudne zagadnienie stateczności przy wielkich prędkościach za pomocą oryginalnych układów mechanicznych. Najbardziej charakterystyczne jest powiązanie pomiędzy wózkami i pudłem za pomocą 2 czopów ze wspornikami (rys. 31).

Niedawno przeprowadzone pomiary wykazały, że stateczność lokomotywy jest doskonała nawet na torach średniej jakości przy prędkościach co najmniej równych 160 km/h. W ciągu tych prób mierzono reakcję lokomotywy na tory za pomocą aparatów piezo-elektrycznych zmontowanych na lokomotywie (rys. 32). Siły pociągowe przy-



Rys. 26. Charakterystyki nowych lokomotyw BB 8101 do 8236 na prąd stały: wykresy moc-prędkość

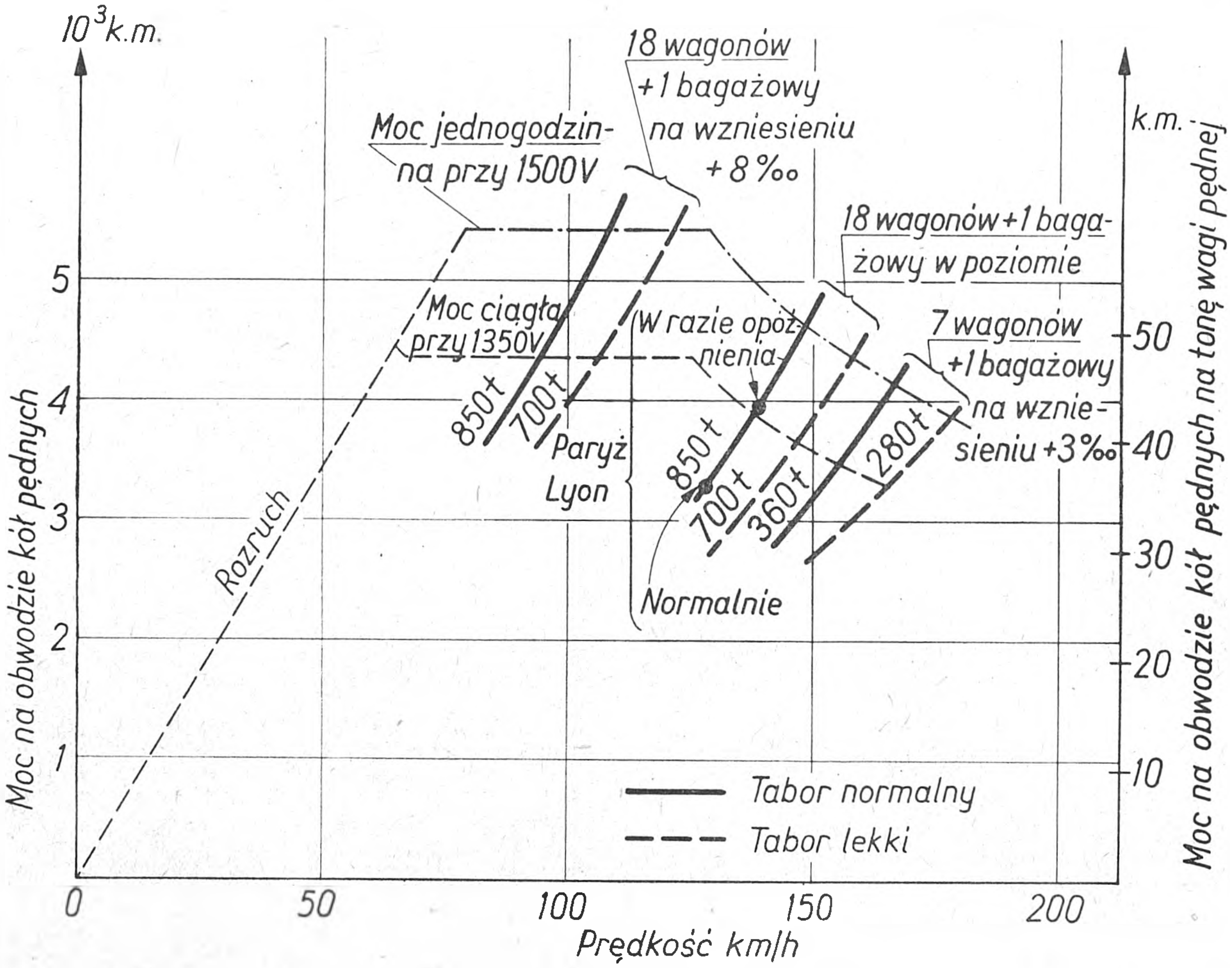
4 silniki MₗTc — Waga całkowita 93 t

Moc godzinna największa na oś przy 1500 V : 770 k. m. na obwodzie kół pędnych

Moc ciągła największa na oś przy 1350 V : 660 k. m. na obwodzie kół pędnych

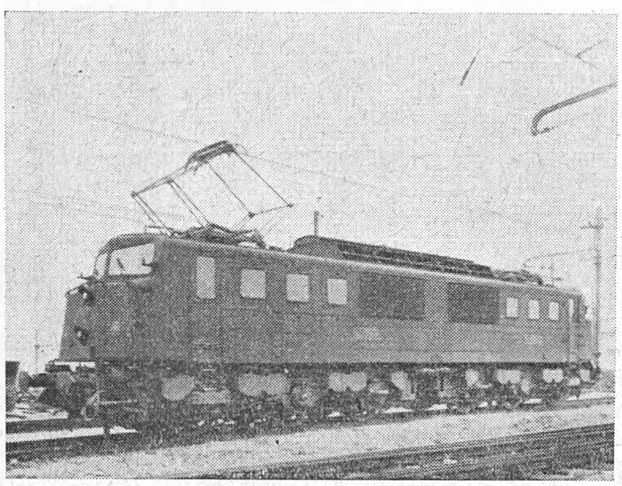
śpieszenia i przesunięcia wzajemne poszczególnych części były jednocześnie rejestrowane przez zestaw oscylograficzny o 19 obwodach, zmontowany na wozie doczepnym do lokomotywy. Przewidywane są dalsze próby przy prędkościach powyżej 160 km/h.

Charakterystyki nowej lokomotywy są w krótkości następujące. Nadaje się ona do prowadzenia lekkich pociągów pośpiesznych z bardzo dużą prędkością, tj. 160 km/h. Lokomotywa ta przeprowadziła niedawno pociąg 5-wagonowy na trasie Paryż—Bordeaux (579 km) w 4 godz. 26 min., tj. z prędkością średnią 131 km/h, przy czym utrzy-



Rys. 27. Charakterystyki nowych lokomotyw 2D2 9101 do 9135 na prąd stały: wykresy moc-prędkość
4 silniki GLM 1033 Waga całkowita 150 t, waga pędna 92 t
Moc jednogodzinna przy 1500 V na oś 1350 k. m. Moc ciągła przy 1350 V na oś 1080 k. m.

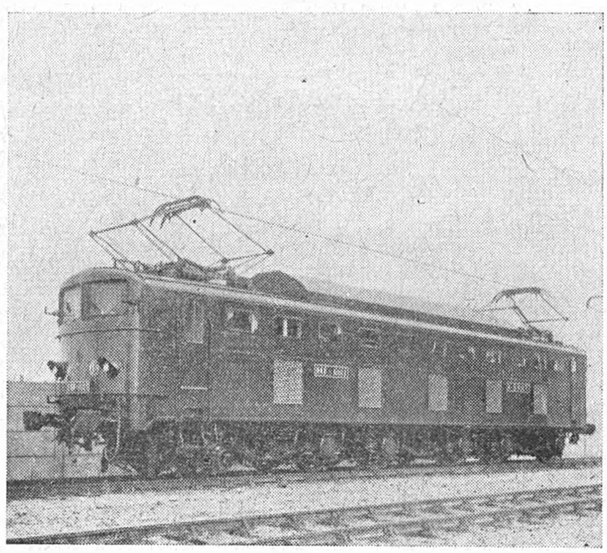
Ponadto moc jej wynosząca 4000 k. m. oraz szeroki zakres stosowalności (rys. 33 — por. z rys. 27) pozwala na pokrycie takiego samego programu, jak lokomotywy 2D2 przy większej wadze pędnej (102 t zamiast 92 t) i niższej wadze całkowitej (102 t zamiast 150 t). Prócz tego ze względu na większe możliwości przełączania 6 silników w stosunku do 4, nadaje się ona doskonale do obsługi pociągów towarowych.



Rys. 28. Lokomotywa CC 6001

mywała na dłuższych odcinkach prędkość 165 km/h. Odcinek Les Aubrais—St.Pierre (112 km) przejechała z prędkością średnią 145 km/h.

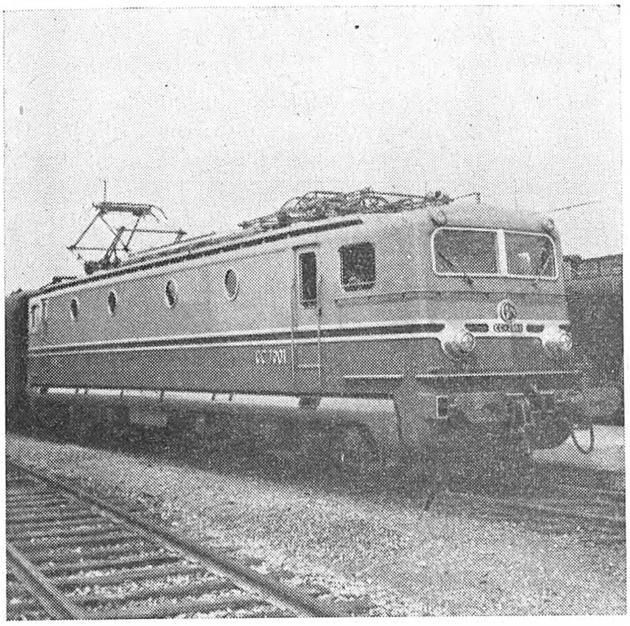
W o z y s i l n i k o w e. Do 1937 r. wagon silnikowy różnił się nieznacznie pod względem wyglądu zewnętrznego od zwykłego metalowego wagonu podmiejskiego. Zależnie



Rys. 29. Lokomotywa BBB 6002

od linii niepodzielna jednostka silnikowa składała się z wagonu motorowego z 1 doczepnym lub z 2 doczepnymi. Prędkości największe nie przekraczały 90 km/h (rys. 34).

Pierwsze nowoczesne wozy silnikowe ukazały się w 1937 roku na linii Paryż—LeMans (ryc. 35). Ich zasadniczymi



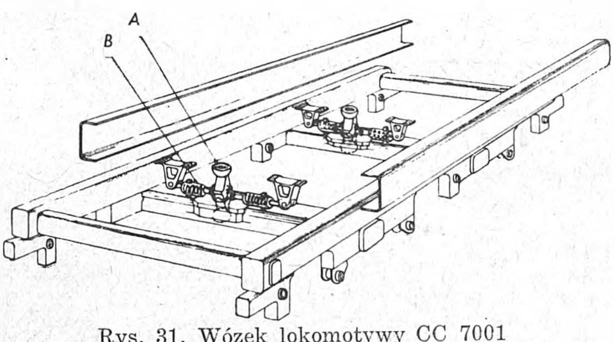
Rys. 30. Lokomotywa CC 7001

cechami była lekkość i wielka moc na jednostkę wagi, które pozwalały na uzyskiwanie znacznych prędkości i przyśpieszeń, dochodzących w warunkach eksploatacyjnych do 120 km/h i 1 m/s².

Lekkość uzyskano przez użycie w konstrukcji chromoniklowej stali nierdzewnej spawanej punktowo, a moc przez pełne wyzyskanie wagi jednostek, składających się z 2 pudeł na 3 wózkach pędnych.

Dla nowego taboru podmiejskiego sprawa wagi pędnej była ponownie rozważana w celu ustalenia, czy zastosowane będzie nadal pełne wyzyskanie wagi jednostek, czy też tylko częściowe przez użycie jednostek złożonych z wagonu silnikowego z doczepnym. Za pierwszym rozwiązaniem przemawiała możliwość uzyskania lepszych wyników ruchowych, za drugim — nieco większa pojemność i niższa cena. Ostatecznie przyjęto drugie rozwiązanie.

Nowe jednostki silnikowe składać się będą z wagonu silnikowego z jednym doczepnym. Przy wadze własnej



Rys. 31. Wózek lokomotywy CC 7001
Połączenie pudła i ramy wózka w położeniu stałym
A Czop albo łożysko o podwójnym przegubie
B Drążki elastyczne

87 t, w tym 53 t wagi pędnej, i mocy ciągłej ok. 1200 k. m. przy napięciu 1350 V jednostka posiadać będzie pojemność 265 miejsc, w tym 164 siedzących i 101 stojących. Prędkość największa w eksploatacji — 120 km/h, przyśpieszenie rozruchu — 0,8 m/s².

Ogólny kierunek rozwoju taboru. Podobnie jak i dla urządzeń stałych, trzeba tu podkreślić poważny wysiłek w kierunku uproszczenia aparatury i sposobów jej utrzymania — zarówno części elektrycznej, jak i mechanicznej.

Ponadto na uwagę zasługuje odstąpienie, z wyjątkiem niektórych wypadków specjalnych, od lokomotyw o ograniczonym zastosowaniu na korzyść elektrowozów o charakterze uniwersalnym, dzięki postępom zarówno w dziedzinie budowy silnika, jak i w samej budowie mechanicznej, pozwalającej na stosowanie lokomotyw bez osi tocznych do wielkich prędkości. Wyniki te umożliwione zostały przez zgodną współpracę elektryków z mechanikami. Dzięki nim stało się możliwe rozszerzenie zakresu wykorzystania dawnej lokomotywy towarowej BB do pociągów pośpiesznych, najnowszej zaś doskonałej lokomotywy dla wielkich prędkości do prowadzenia normalnych pociągów osobowych, a nawet pociągów towarowych o prędkości technicznej 50 czy 60 km/h.

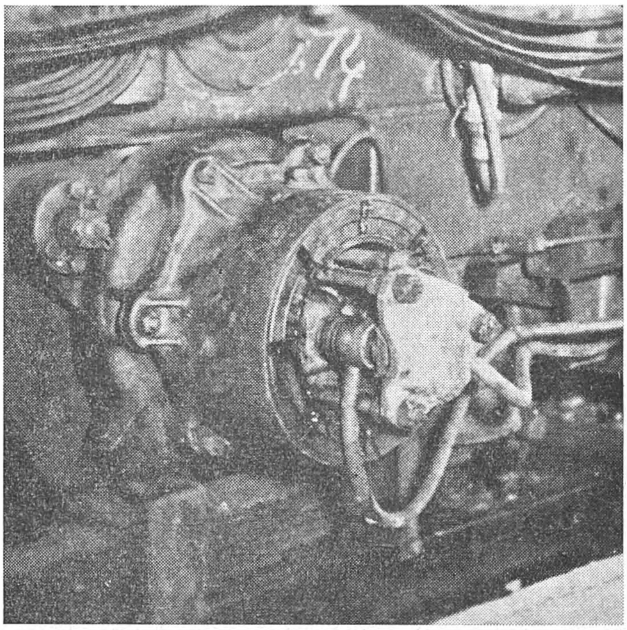
II. TRAKCJA ELEKTRYCZNA PRĄDU JEDNOFAZOWEGO O CZĘSTOTLIWOŚCI PRZEMYSŁOWEJ

9. Trudności techniczne.

Zajmiemy się tu wyłącznie stroną techniczną wyzyskania prądu jednofazowego o częstotliwości 50 Hz, pozostawiając na boku stronę gospodarczą tego zagadnienia.

Małe rozpowszechnienie trakcji jednofazowej o częstotliwości przemysłowej pomimo niewątpliwych korzyści ekonomicznych tłumaczy się związanymi z jej zastosowaniem trudnościami technicznymi. Postarajmy się streścić istotę tych trudności.

Pierwszą z nich jest sprawa pobierania większej mocy jednofazowej z sieci zasilającej trójfazowej. Większy pobór tego rodzaju mocy narusza równowagę fazową sieci i wywołuje nierównomierności napięcia, prądy wyrównawcze oraz przesunięcia fazowe, które mogą wywołać po-



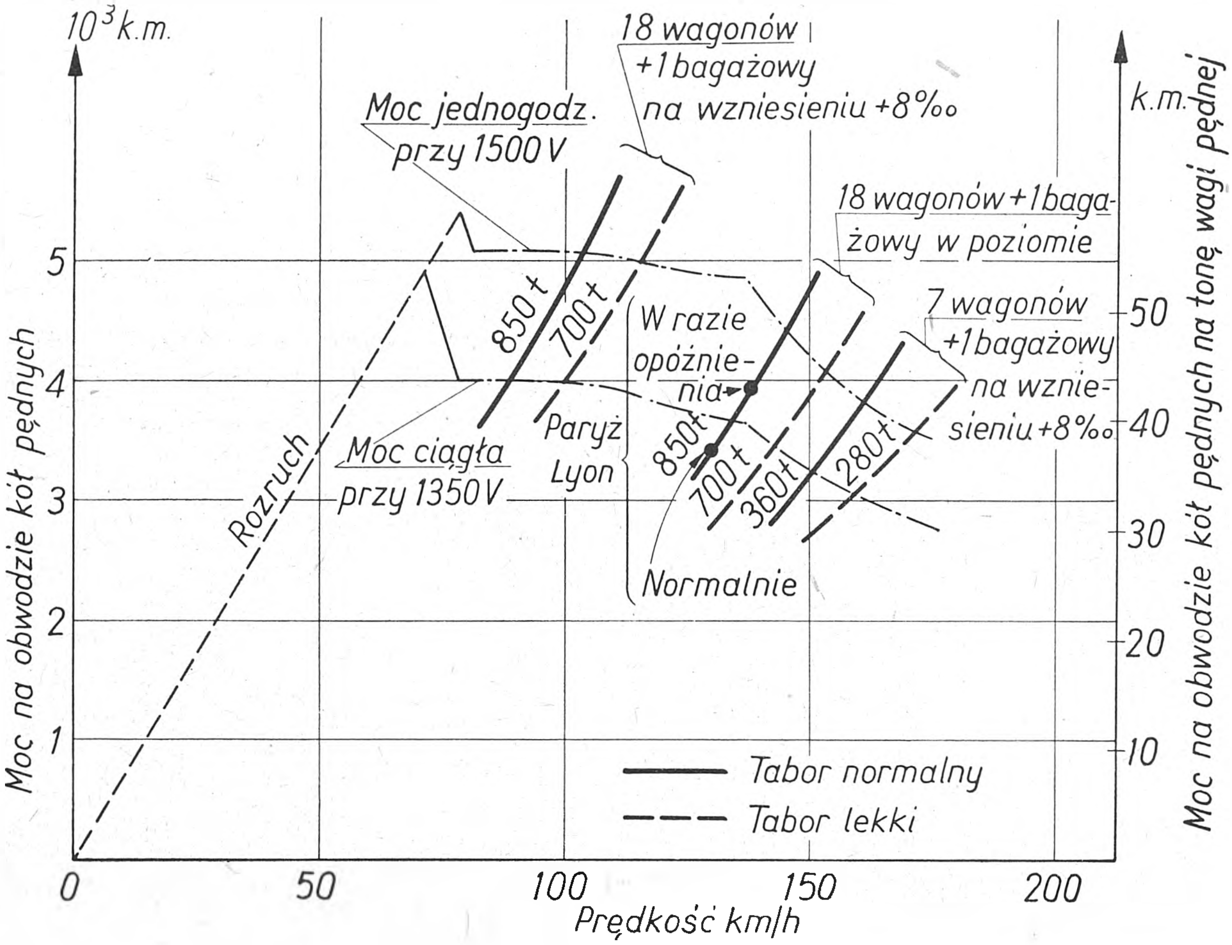
Rys. 32. Wyposażenie maźnicy osiowej z komórką krzemową piezoelektryczną

ważne zaburzenia w sieci, jeśli naruszenie równowagi będzie dość duże.

Trudności te mogą być pokonane, jeśli na przykład podzielić linię roboczą na niezależne odcinki zasilane każdy z innej fazy.

Ponadto można ograniczyć w sposób wystarczający skutki powstających w linii zaburzeń przez odpowiedni dobór punktów zasilających wysokiego napięcia. Francuska sieć zasilająca wys. nap. jest dostatecznie rozbudowana, aby umożliwić taki wybór. Należy dążyć do przyłączania odbiorów trakcyjnych do punktów sieci, połączonych liniami o małej oporności pozornej z maszynami wirującymi, które są zdolne do pochłaniania prądów wyrównawczych, wywołanych naruszeniem równowagi.

Szereg innych dodatkowych urządzeń pozwala na ograniczenie nierównomierności obciążenia. Doświadczenia,



Rys. 33. Charakterystyki lokomotywy CC 7001 i 7002 na prąd stały: wykresy moc-prędkość
6 silników TA 621 A Waga całkowita 102 t
Moc jednogodzinna na oś 850 k. m. Moc ciągła na oś 666 k. m.

przeprowadzone ostatnio przez koleje francuskie zarówno w Niemczech, jak i we Francji, i polegające na pobieraniu wielkich mocy jednofazowych z sieci rozdzielczych oraz na badaniu wywoływanych tym skutków, dały wyniki pomyślne. Zarówno obliczenia, jak i wyniki tych doświadczeń pozwalają mieć nadzieję, że sieć francuska będzie mogła zasilać trakcyjne urządzenia jednofazowe bez nadmiernego naruszania stanu równowagi.

Inną trudność stanowią zaburzenia, które wywołuje trakcja jednofazowa 50-okresowa w sieciach telefonicznych biegnących wzdłuż torów. Zagadnienie to rozwiązuje się jednak samo przez się, ponieważ francuska dyrekcja poczt i telegrafów realizuje obecnie program zamiany wszystkich linii napowietrznych przechodzących wzdłuż torów kolejowych na kable.

Wyżej opisane trudności nie wystarczyłyby jednak do wstrzymania rozwoju trakcji elektrycznej 50-okresowej. Jedyną prawdziwie poważną trudność stanowią w tym systemie trakcji elektrowozy, a raczej ich silniki.

10. Silniki.

Najczęściej stosowanym typem silnika trakcyjnego jest maszyna komutatorowa. Wiadomo, że możliwości takiego silnika ograniczone są głównie dwoma następującymi czynnikami:

1) dopuszczalnym nagrzaniem materiałów izolacyjnych i części lutowanych, które zresztą jest takie same jak w innych maszynach elektrycznych, oraz

2) komutacją, tj. całością zjawisk elektrycznych, wywołanych przepływem prądów o dużym natężeniu pomiędzy komutatorem i szczotkami.

W trakcji elektrycznej dochodzą dodatkowo ograniczenia dotyczące wagi i przestrzeni zajmowanej przez silnik, które bardzo znacznie utrudniają pracę konstruktora.

Trudności komutacji stanowią zasadniczą różnicę pomiędzy zagadnieniami, które występują w silniku trakcyjnym zasilanym prądem stałym i zmiennym. Stają się one szczególnie dotkliwe przy częstotliwości 50 Hz.

Przy stosowaniu prądu stałego zagadnienie jest stosunkowo proste. Cewka komutacyjna tj. ta, w której prąd zmienia kierunek w chwili przechodzenia odpowiednich wycinków komutacyjnych pod szczotkami, jest siedzibą sił elektromotorycznych zwanych dynamicznymi. Ich szkodliwe oddziaływanie na komutację jest proporcjonalne do natężenia prądu i do prędkości obrotowej maszyny. Klasyczny środek zaradczy polega na zaopatrzeniu silników w pomocnicze bieguny komutacyjne, które wytwarzają s. el.-mot. również proporcjonalną do prądu i do prędkości i które równoważą s. el.-mot. dynamiczne.

Przy prądzie zmiennym przybywa dodatkowo zjawisko pochodzące ze zmienności strumienia magnetycznego. Strumień ten przepływa przez cewkę, którą zawiera szczotka, i wywołuje w tej cewce s. el.-mot. analogiczną do tej, która powstaje w uzwojeniu wtórnym transformatora. Siła ta jest niezależna od prędkości wirowania maszyny i z tego względu nazywamy ją siłą el.-mot. statyczną. Jest ona proporcjonalna do natężenia prądu, przepływającego przez bieguny główne, lecz — co stanowi podstawę trudności podniesienia częstotliwości z $16^2/_3$ na 50 Hz — jest ona również proporcjonalna do częstotliwości.

Wypadkowa s. el.-mot. powstająca w cewce komutacyjnej składa się przy trakcji jednofazowej z 2 składowych przesuniętych względem siebie o 90°, gdyż s. el.-mot. dynamiczna jest w fazie z prądem głównym, a s. el.-mot. statyczna jest przesunięta względem niego o 90°. Tylko s. el.-mot dynamiczna jest proporcjonalna do prędkości. Aby zatem skompensować całkowicie wpływ wypadkowej s. el.-mot., trzeba by wzbudzać w biegunach komutacyjnych s. el.-mot. o zmiennym przesunięciu fazowym, zależnym od prędkości.

Byłoby to tak skomplikowane, że zadawalamy się zwykle całkowitą kompensacją tylko dla określonej prędkości i godzimy się z tym, że w miarę odchylania się od niej komutacja staje się coraz gorsza.

Ponieważ komutacja stanowi główne ograniczenie w trakcji prądu jednofazowego, ważne jest ustalenie do-

puszczalnych granic, przy których komutację można jeszcze uważać za zadawalającą. Chodzi mianowicie o ustalenie, jakie są dopuszczalne odchylenia od prędkości idealnej, dla której komutacja jest teoretycznie doskonała, oraz jakie są niebezpieczeństwa przekroczenia tych prędkości w zależności od mniej lub więcej krótkotrwałego ich przekroczenia.

Ustalenie tych granic musi mieć charakter raczej doświadczalny. Dopuszczalne nagrzanie można określić z dość dużą dokładnością. Tak np. dopuszczalny przyrost temperatur dla silników trakcyjnych izolowanych za pomocą najczęściej stosowanych materiałów wynosi 120°. Przyrost ten można łatwo zmierzyć.

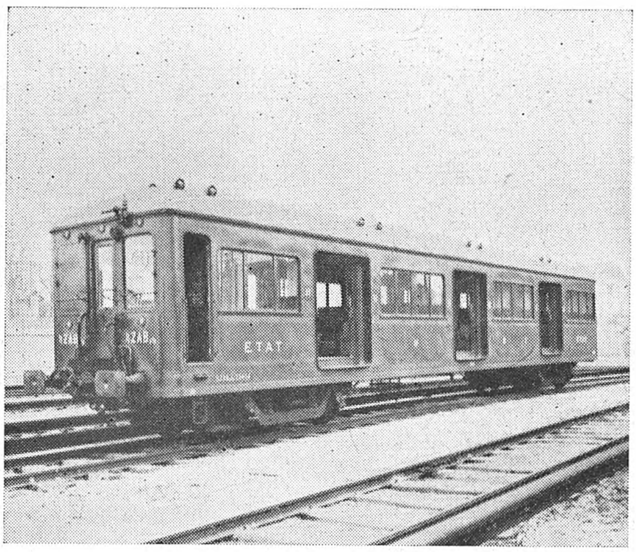
Jeśli chodzi o komutację, to tu podobnych granic nie możemy ustalić. Granice są wynikiem tego, na co zechce zgodzić się użytkownik. Będą one zupełnie inne, jeśli zgodzi się on na obtaczanie komutatorów co 50 000 km, niż wówczas, gdy przetaczać je zechce co 300 000 km. Zwiększone zużycie szczotek, aczkolwiek bardzo kosztowne, może odbić się tylko nieznacznie na ogólnych kosztach eksploatacyjnych.

Inaczej mówiąc, unikać należy dążenia do zbytniej doskonałości, co jest błędem często popełnianym przez techników, gdyż prowadzi ono zazwyczaj do odrzucenia najodpowiedniejszych rozwiązań.

Budowa silnika trakcyjnego jednofazowego na $16^2/_3$ okresów zrobiła w ciągu ubiegłego stulecia wielkie postępy. Komutatory niektórych maszyn przechodzą 500 000 km bez obtaczania, gdy 20 lat temu obtaczanie było niezbędne co 50 000 km. Prowadziliśmy obserwację komutacji silników w najcięższych warunkach — była ona doskonała przy wszystkich prędkościach.

Byłoby błędem gdybyśmy chcieli uzyskać od razu równie dobre wyniki przy trakcji na 50 Hz.

Całe zagadnienie da się streścić w kilku słowach: czy trakcja jednofazowa 50-okresowa jest gospodarczo uzasadniona i technicznie wykonalna? Jak widzieliśmy poprzednio, te dwa zagadnienia wiążą się ze sobą ściśle i trudno je wzajemnie rozdzielić. Z tego względu w dalszych uwagach będziemy je traktować łącznie.



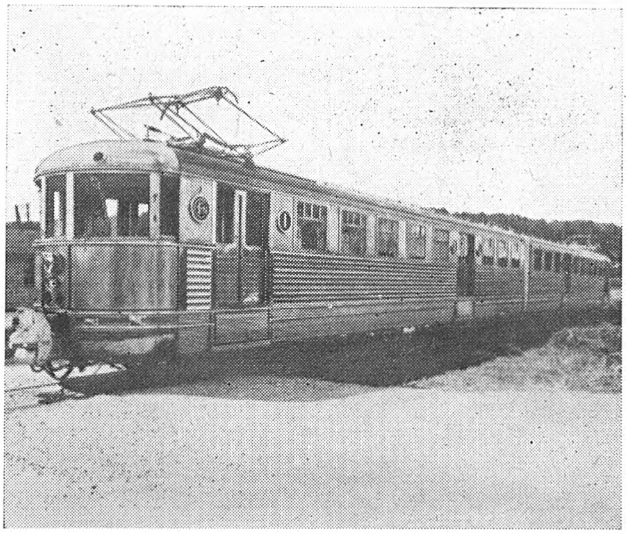
Rys. 34. Jednostka silnikowa „Standard"

11. Gospodarcze i techniczne uzasadnienie trakcji jednofazowej na 50 Hz.

Ogólnie biorąc, trakcja jednofazowa na 50 Hz powoduje obniżenie kosztów zakładowych. Jeśli chodzi o tabor, to lokomotywa jednofazowa nie powinna kosztować więcej niż 10% ponad koszt lokomotywy prądu stałego o napięciu 1500 V, co tylko nieznacznie wpłynąć może na bilans ogólny.

Przy trakcji 50-okresowej należy oczekiwać zwiększonych kosztów konserwacji bieżącej silników ze względu na znacznie szybsze zużycie szczotek i komutatorów. Natomiast silnik jednofazowy jest mniej narażony na uszkodzenia elektryczne i wskutek tego odzyskuje się częściowo to, co się traci na konserwacji bieżącej.

Nie wydaje się, żeby koszty utrzymania części mechanicznej i wyposażenia elektrycznego — z wyjątkiem silników — miały się znacznie różnić przy rozmaitych sposobach zasilania.



Rys. 35. Wagon silnikowy „Budd" (Paryż—Le Mans)

Różnice mogą zatem pochodzić tylko od silników. Jak łatwo sprawdzić, wpływ ogólny na koszty ruchu nie może być znaczny, ponieważ wydatki na konserwację silnika elektrycznego lokomotywy są rzędu 20% ogólnych wydatków na utrzymanie taboru, a te nie przekraczają 25% ogólnych kosztów ruchu.

Z punktu widzenia gospodarczego trakcja jednofazowa na 50 Hz wygląda więc zachęcająco. Trudności komutacyjne widziane pod tym kątem nie wydają się zbyt groźne, oczywiście, jeśli komutacja nie wpływa ujemnie na samą eksploatację. W tym względzie zamierzamy rozpocząć w najbliższym czasie szereg prób na prototypach lokomotyw i wagonach silnikowych najrozmaitszych konstrukcji. Tylko takie próby przeprowadzone na nowoczesnym sprzęcie pozwolą na powzięcie decyzji, czy koleje francuskie mogą bezpiecznie rozpocząć elektryfikację na prądzie jednofazowym o częstotliwości 50 Hz.

Nasza wiara w powodzenie tych prób opiera się na trzech głównych przesłankach:

1) doświadczenia, które przeprowadziliśmy na jedynej posiadanej lokomotywie 50-okresowej, zaopatrzonej w silniki prądu stałego,

2) ostatnie postępy w technice budowy silników jednofazowych na $16^2/_3$ okresów,

3) możliwość stosowania przy 50 okresach silników innych niż prądu stałego.

Koleje francuskie przeprowadziły szereg doświadczeń z lokomotywą firmy Siemens na 50 Hz z silnikami prądu stałego, używaną przez koleje niemieckie od 10 lat na linii Höllental w Szwarcwaldzie. Silniki tej lokomotywy pochodzą z dawnego dość okresu i charakterystyki ich są znacznie gorsze od silników produkowanych obecnie. Tym niemniej lokomotywa ta daje zupełnie zadowalające wyniki eksploatacyjne.

W ciągu ubiegłego 20-lecia silniki jednofazowe na $16^2/_3$ Hz uległy znacznemu ulepszeniu. Moc ich na jednostkę wagi wzrosła o ok. 80%, nie mówiąc o znacznym zmniejszeniu zużycia szczotek i komutatorów wskutek lepszej komutacji. Nie ulega wątpliwości, że silnik na 50 Hz może tylko skorzystać z tych ulepszeń i choć nie osiągnie wyników nowoczesnych silników na $16^2/_3$ Hz, przekroczy pod względem wartości wiele starszych silników tego typu dotąd jeszcze pracujących.

Użycie silników pracujących bezpośrednio na 50 Hz nie stanowi zresztą jedynego możliwego rozwiązania, aczkolwiek wydaje się ono najwłaściwsze, bo wymaga tylko transformatora obniżającego i regulującego napięcie pomiędzy dopływem wysokiego napięcia i silnikami. Jak wiadomo, transformator jest urządzeniem prostym o niezawodnym działaniu.

Spośród innych możliwych rozważań co najmniej trzy wymagają starannego zbadania i prób eksploatacyjnych: pierwsze z nich polega na użyciu silników prądu stałego zasilanych za pośrednictwem przetwornicy. Główna trudność tego rozwiązania polega na konieczności ograniczenia wagi lokomotywy. Drugie rozwiązanie polega na użyciu do wyprostowania napięcia prostownika rtęciowego umieszczonego na elektrowozie. Możliwości tego rozwiązania zależą od postępów w technice budowy prostowników. Im zespół prostownikowy będzie prostszy — bez urządzeń do utrzymywania próżni i bez chłodzenia wodnego, tym zastosowanie jego na lokomotywie będzie łatwiejsze. Wreszcie trzecim interesującym rozwiązaniem byłoby zastosowanie na lokomotywie przetwornicy przetwarzającej jednocześnie liczbę faz i częstotliwość oraz dostarczającej napięcie trójfazowe o regulowanej w szerokich granicach amplitudzie i częstotliwości. Silniki trakcyjne byłyby w tym wypadku mocnymi i prostymi klatkowymi silnikami asynchronicznymi. Podobne rozwiązanie byłoby odmianą urządzeń, istniejących na Węgrzech i w Niemczech, a uzupełnionych ulepszeniami, jak np. skasowaniem oporników wodnych i zastąpieniem silników komutatorowych prostszymi od nich silnikami klatkowymi.

12. Projektowane doświadczenia we Francji.

Przed wprowadzeniem na większą skalę jakiegoś nowego systemu trakcji uznaliśmy za konieczne przeprowadzenie prób eksploatacyjnych na prototypach elektrowozów. Do tego celu przeznaczona została specjalna doświadczalna linia górska o długości ok. 60 km i wzniesieniach 25‰. Próby dotyczyć będą zarówno lokomotyw, jak i wozów silnikowych. W chwili obecnej znajdują się w budowie 3 prototypy lokomotyw, a 3 wyposażenia wagonów silnikowych mają być w najbliższym czasie zamówione. Ponadto badane są możliwości zbudowania elektrowozów z prostownikami i z przewornicami faz.

Nowe lokomotywy przewidziane zostały dla pracy w najrozmaitszych i najtrudniejszych warunkach, aby umożliwić prowadzenie na nich jak największej ilości badań trakcyjnych.

Tak na przykład lokomotywy zbudowane będą zarówno dla prądu zmiennego, jak i stałego, żeby mogły pracować na stacjach granicznych, na których stosowany będzie prąd stały. Moc lokomotyw będzie wystarczająca, aby umożliwić ich użycie na wielkich wzniesieniach, przy czym obciążenie osi nie będzie przekraczać 19 ton, co pozwoli na ich pracę również na liniach drugorzędnych. Między innymi lokomotywy mają ruszać i jechać z szybkością 50 km/h z pociągiem o wadze 1000 t na wzniesieniu 8‰ i 500 t na wzniesieniu 25‰.

Pierwsza lokomotywa będzie miała silnik jednofazowy komutatorowy, będzie typu CC i będzie ważyć 110 t przy mocy godzinnej 3800 k. m. Druga lokomotywa tego samego typu będzie ważyć 114 t i będzie zaopatrzona w podwójną liczbę silników jednofazowych komutatorowych, po 2 silniki na oś pędną, o ogólnej mocy 3600 k. m. Wreszcie trzeci prototyp będzie elektrowozem typu BBB z przetwornicą z prądu jednofazowego na stały o mocy 3300 k. m. i wadze również 114 ton.

Trzy wyposażenia wozów silnikowych, wszystkie z komutatorowymi silnikami szeregowymi, zmontowane zostaną na istniejących wagonach. Zależnie od typu moc wagonów będzie się wahać od 1300 do 1600 k. m.; będą one przystosowane do pracy w układzie wielokrotnym.

Próbna eksploatacja na linii rozpocznie się w przyszłym roku, jednak już obecnie silniki jednofazowe pracują na stoisku probierczym.

13. Zakończenie.

Należy podkreślić, iż zagadnienia dotyczące trakcji jednofazowej o częstotliwości przemysłowej mogą być rozwiązane, ale koleje francuskie uważają, że należy do tego zagadnienia podchodzić jednocześnie pod kątem widzenia technicznym i gospodarczym. Wszelkie inne metody prowadzić mogą do poważnych błędów.

Tylko szeroko pojęte badania eksploatacyjne na linii próbnej i przy użyciu sprzętu najnowocześniejszej konstrukcji pozwolą SNCF na powzięcie decyzji co do możliwości wprowadzenia nowych systemów trakcji na swoich liniach. Każdy miesiąc przynosi nam nowe dowody, że pod względem technicznym zagadnienie może być rozwiązane, a tym samym zwiększa naszą wiarę w ostateczny wynik badań.

INŻ. T. OLESZYŃSKI (GIEI)

Oświetlenie dzienne w budynkach

Treść. Oświetlenie dzienne na otwartej przestrzeni. Współczynnik oświetlenia dziennego. Wybór jasności oświetlenia dziennego przy pracy. Obliczanie oświetlenia dziennego wnętrz. Wytyczne projektowania oświetlenia dziennego wnętrz.

Естественное освещение помещений. Освещение дневным светом открытого пространства. Коэффициент естественного освещения. Выбор освещенности для рабочих мест при дневном свете. Расчет естественного освещения закрытых помещений. Руководящие указания для проектирования естественного освещения закрытых помещений.

Daylight in Buildings. Daylight in open space. Coefficient of daylight. Selection of daylight illumination for work. Computation of daylight illumination of interiors. Guidance as to the planning of daylight illumination of interiors.

1. Wstęp.

Zagadnienie dobrego oświetlenia dziennego — zarówno w pomieszczeniach, w których wykonywana jest praca, jak i we wnętrzach mieszkalnych — jest bodaj ważniejsze od zagadnienia oświetlenia sztucznego. Większa część wykonywanej pracy człowieka przypada na ogół na ten okres doby, w którym korzystamy ze światła dziennego. Dobre zaprojektowanie oświetlenia dziennego jest tym ważniejsze, że późniejsze jego zmiany i ulepszenia są jeśli nie zupełnie niemożliwe, to w każdym razie bardzo kłopotliwe i kosztowne.

Tak się złożyło, że technika oświetlenia jest dziedziną, w której pracują głównie elektrycy. Rozwój elektrycznych źródeł światła dał impuls do naukowego badania warunków dobrego oświetlenia i sposobów jego realizacji. Sprawą architektów powinno być badanie i opracowywanie sposobów realizacji dobrego oświetlenia dziennego. W Polsce ta dziedzina wiedzy technicznej nie stoi jeszcze na dostatecznie wysokim poziomie w porównaniu z osiągnięciami naszych sąsiadów. W okresie intensywnej odbudowy, w przededniu wielkiego zamierzenia, jakim jest plan 6-letni, należałoby i w tej dziedzinie dokonać u nas postępu technicznego.

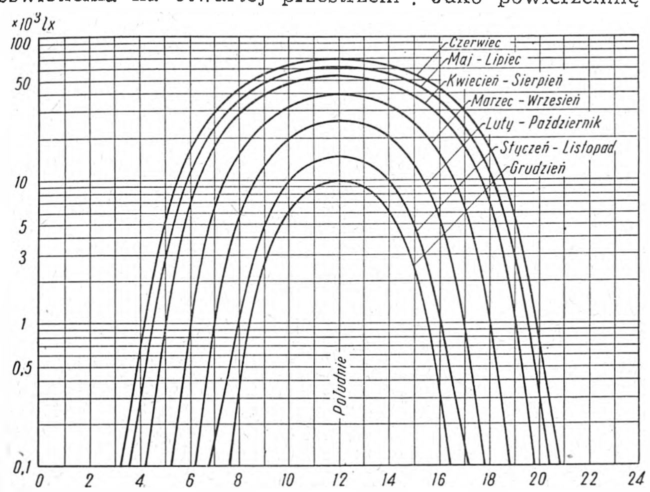
2. Przebieg oświetlenia dziennego na otwartej przestrzeni.

Jasność oświetlenia wnętrza zależy nie tylko od wymiarów i rozmieszczenia otworów okiennych, ale i od jasności, panującej nazewnątrz pomieszczenia. Poznanie zmian jasności na otwartej przestrzeni — to znaczy źródła światła wytwarzającego jasność we wnętrzu — jest pierwszym warunkiem do opanowania techniki projektowania oświetlenia dziennego. Badania nad zmiennością jasności w ciągu dnia oraz w ciągu roku są prowadzone od szeregu lat przez wiele krajów (Anglia, Holandia Z. S. R. R., USA) i stanowią podstawę do określenia średnich warunków oświetleniowych dla danej miejscowości, dzielnicy czy kraju. Dla Polski można by przyjąć w przybliżeniu przebieg jasności w ciągu dnia (dla środka każdego miesiąca) podany na rys. 1.

Jak wynika z tego rysunku, wahania jasności zewnętrznej są bardzo duże zarówno w ciągu dnia (w czerwcu od 0 do ok. 70 000 lx, w grudniu od 0 do ok. 10 000 lx), jak i w ciągu roku o tej samej godzinie (np. o godz. 8 rano w czerwcu ok. 45 000 lx, w grudniu zaledwie ok. 300 lx). Podobnym wahaniom będzie, oczywiście, podlegać jasność we wnętrzu przy stałej wielkości otworów okiennych. Dla oceny zatem jasności we wnętrzu trzeba znać jednocześnie panującą jasność zewnętrzną na otwartej przestrzeni, względnie ich wzajemny stosunek, który nazywamy „współczynnikiem oświetlenia dziennego".

Według definicji przyjętej przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową w Scheveningen w r. 1939 [2] „współczynnik oświetlenia dziennego (daylight factor, facteur de lumière du jour, Tageslichtquotient) w danym

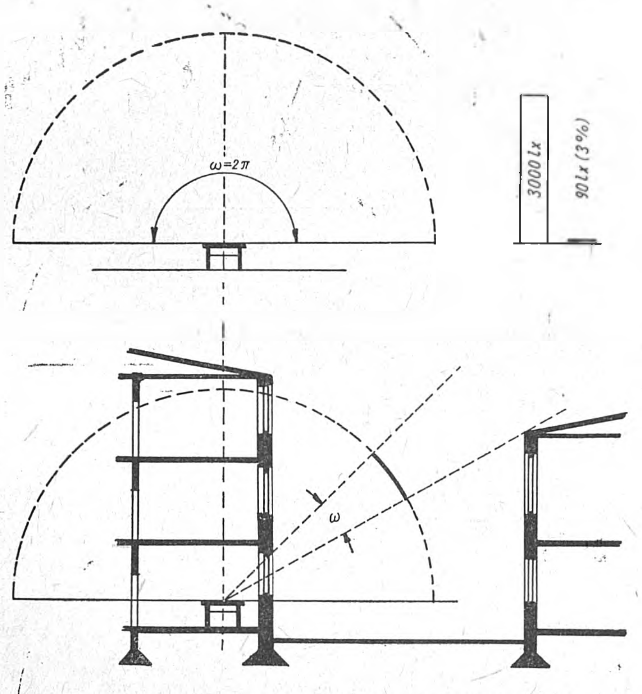
punkcie poziomej, względnie nachylonej powierzchni pracy we wnętrzu budynku jest to stosunek jasności z m i e r z o n e j w danym punkcie powierzchni pracy do panującej równocześnie jasności poziomej na otwartej przestrzeni przy pokrytym niebie, gdy jasność ta pochodzi od pełnej półkuli nieba o jaskrawości równomiernie rozłożonej na całej powierzchni. Współczynnik oświetlenia dziennego jest zwykle wyrażany w procentach jasności oświetlenia na otwartej przestrzeni". Jako powierzchnię



Rys. 1. Dzienny przebieg jasności poziomej na otwartej przestrzeni

pracy przyjmuje się, jeśli to nie jest w inny sposób wyraźnie zaznaczone, powierzchnię poziomą na międzynarodowo przyjętej wysokości stołu (84 cm wzgl. 2 stopy i 9 cali ang.).

Jasność panująca w miejscu pracy we wnętrzu (rys. 2), jest sumą jasności, pochodzącej bezpośrednio od widocznej z danego punktu części nieboskłonu w kącie przestrzennym ω, oraz jasności wywołanej światłem odbitym



Rys. 2 Współczynnik oświetlenia dziennego d (Stosunek jasności poziomej we wnętrzu na powierzchni pracy do jasności na otwartej przestrzeni:

$$d = \frac{90}{3000} \cdot 100 = 3\%)$$

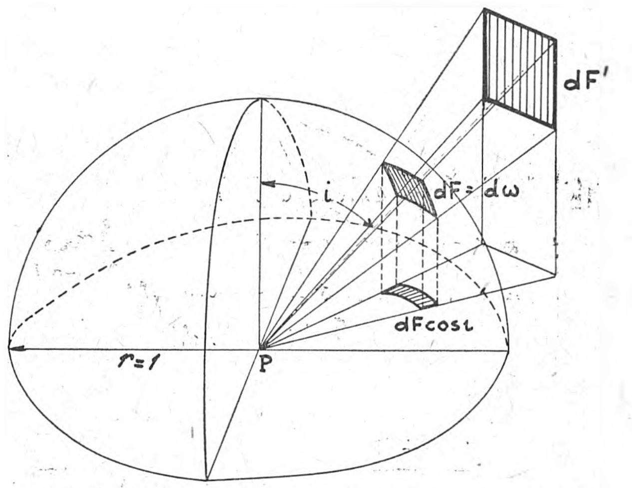
od ścian zewnętrznych i wnętrza. Ta druga składowa jasności jest zwykle nieznaczna w stosunku do pierwszej, tak że przy projektowaniu oświetlenia dziennego można się oprzeć na obliczeniu jasności, pochodzącej od światła padającego bezpośrednio od nieboskłonu.

Dla zapewnienia warunków, umożliwiających wykonywanie pracy sprawnie, higienicznie i bezpiecznie, jasność na powierzchni pracy nie może być mniejsza od wartości podanych w tabl. I. Ponieważ jasność ta zależy od jasności panującej na otwartej przestrzeni, musi być odniesiona do określonej minimalnej jasności zewnętrznej. Tę minimalną jasność, różną dla różnych szerokości geograficznych, panującą w godzinach normalnej pracy, przyjęto równą 5000 lx (Anglia, USA, Italia) lub 3000 lx (Szwajcaria, Niemcy). Wynikają stąd różne współczynniki oświetlenia dziennego przy tych samych wymaganych jasnościach oświetlenia miejsca pracy.

T a b l i c a I. Jasności oraz współczynniki oświetlenia dziennego dla różnych rodzajów pracy

Rodzaj pracy	Jasność (najmniejsza wartość dopuszczalna) w lx	Współczynnik oświetlenia dziennego w % przy jasności zewnętrznej równej	
		3 000 lx	5 000 lx
Gruba	30	1,0	0,6
Średnio dokładna	75	2.5	1,5
Dokładna	150	5,0	3,0
Bardzo dokładna	300	10,0	6,0

W naszych warunkach geograficznych należałoby przyjąć raczej wartość jasności zewnętrznej równą 3000 lx i — co za tym idzie — stosować większe wartości współczynników oświetlenia dziennego. Stałe badanie warunków oświetlenia dziennego w Polsce może być jednym z tematów prac naszych instytutów naukowo-badawczych.



Rys. 3. Zasada rzutowania kąta przestrzennego

3. Obliczanie oświetlenia dziennego wnętrz.

Oświetlenie dzienne wnętrza pochodzi od źródła światła o dużej powierzchni — okna, przez które widoczna jest część nieboskłonu i jaskrawości B. Jasność w punkcie P pochodząca od tej powierzchni świecącej będzie równa

$$E = \int B \cdot \cos \iota \cdot d\omega$$

gdzie ι — kąt padania światła w punkcie P,
$d\omega$ — kąt przestrzenny, pod którym z punktu P widać element powierzchni świecącej dF' (rys. 3).

Przy stałej jaskrawości B jasność w punkcie P wyrazi się zależnością:

$$E = B.\ dF.\cos \iota,$$

gdyż

$$d\omega = \frac{dF}{r^2} = dF \text{ przy } r = 1.$$

Iloczyn $dF.\ \cos \iota$ jest rzutem powierzchni dF na płaszczyznę poziomą. Przy $r = 1$ $dF = d\omega$, zatem ogólnie jasność

$$E = B \times \text{rzut } (\omega).$$

Dla jasności zewnętrznej E_z kąt $\omega = 2\ \pi$ jest równy po-

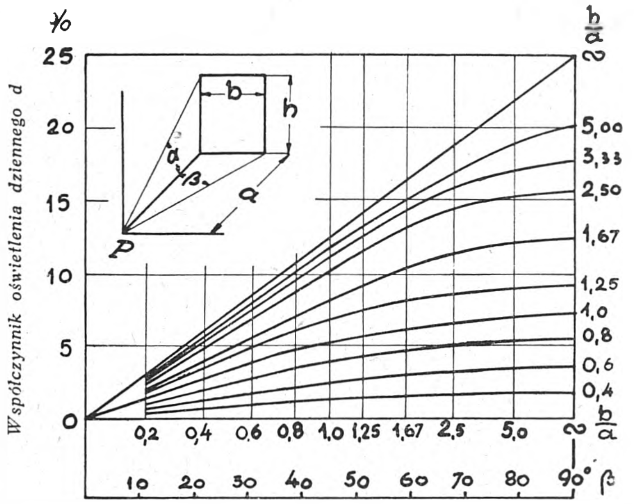
łowie pełnego kąta przestrzennego, a jego rzut na płaszczyznę poziomą dla kuli o promieniu $r = 1$ wyniesie $\pi r^2 = \pi$. Zakładając $E_z = 3000$ luksom możemy określić jaskrawość nieboskłonu w stilbach:

$$B_n = \frac{E}{\pi \cdot 10^4} = 0{,}0955 \text{ sb.}$$

Współczynnik oświetlenia dziennego wyrażony w procentach

$$d = \frac{E_w}{E_z} \times 100\%$$

jest stosunkiem jasności w danym punkcie wnętrza E_w do jasności zewnętrznej E_z i wyrażać się będzie stosunkiem pola rzutu kąta przestrzennego, obejmującego otwór okienny, do pola koła o promieniu $r = 1$. Dla określenia



Rys. 4. Współczynnik oświetlenia dziennego d w punkcie P przy oknie bez szczeblin i oszklenia o wymiarach w świetle $b \times h$

zatem jasności we wnętrzu wystarcza znajomość współczynnika oświetlenia dziennego d w procentach, gdyż wtedy łatwo obliczymy (przy $E_z = 3\,000$ lx)

$$E_w = \frac{E_z \cdot d}{100} = 30\ d.$$

Istnieje wiele metod rachunkowych i wykreślnych obliczania współczynnika oświetlenia dziennego przez rzutowanie kąta przestrzennego *). Podamy jedną z nich, opracowaną przez W. Büninga i W. Arndta [3, 4], prostą i łatwą w użyciu, a zapewniającą dostateczną dokładność przy projektowaniu.

a) Pomieszczenia z oknami w ścianach bocznych. Mamy tu do czynienia przeważnie z otworami okiennymi prostokątnymi o szerokości („w świetle") b i wysokości h. W punkcie P odległym o a od dolnego rogu okna (rys. 4) bez szczeblin i oszklenia wielkość współczynnika oświetlenia dziennego znajdziemy z rys. 4 dla obliczonych stosunków

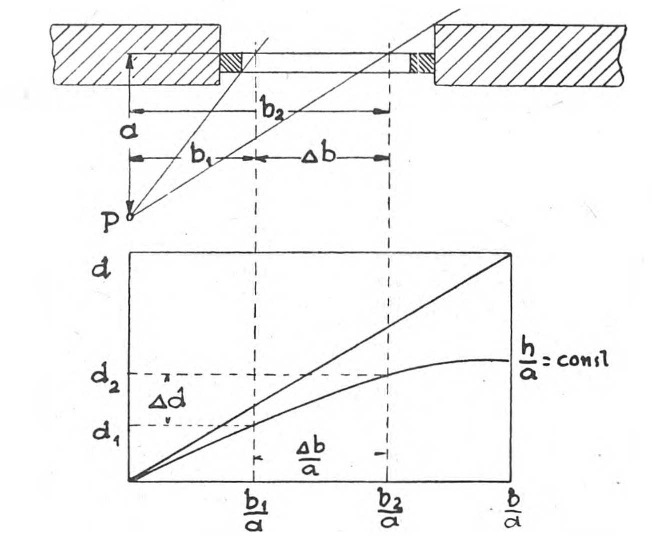
$$\frac{b}{a} \text{ oraz } \frac{h}{a}.$$

Dla dowolnego punktu P', leżącego z boku, znajdziemy wielkość współczynnika oświetlenia dziennego z rys. 4 jako różnicę rzędnych $d_2 - d_1 = \Delta d$, odpowiadających (przy $\frac{h}{a}$ = const.) odciętym $\frac{b_1}{a}$ i $\frac{b_2}{a}$ (rys. 5).

Otrzymana z wykresu podanego na rys. 4 wartość współczynnika oświetlenia dziennego d jest słuszna wtedy, gdy przez każdy punkt powierzchni okna widać z punktu P nieboskłon o jaskrawości $B_n = 0{,}0955$ sb. Jeżeli natomiast przez część okna widać z punktu P np. powierzchnię ściany sąsiedniego budynku (rys. 6), wartość współczynnika oświetlenia dziennego d obliczamy jako sumę $d = d_n + d_s \cdot k$ dla danego stosunku $\frac{b}{a}$ = const. Tu-

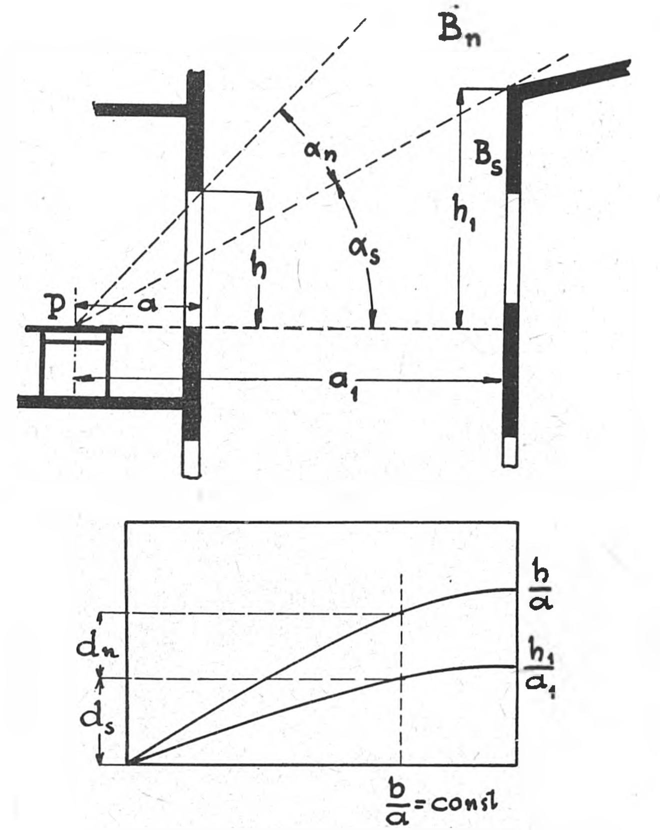
*) Szczegółowa bibliografia, dotycząca zagadnień oświetlenia dziennego, podana jest w referacie nr 27 Komitetu Studiów nad Oświetleniem Dziennym M. K. Ośw. z r. 1948.

taj d_n jest wartością współczynnika oświetlenia dziennego, pochodzącego bezpośrednio z nieboskłonu widocznego z punktu P; d_s jest wartością współczynnika oświetlenia dziennego, jakie panowałoby w punkcie P od części nie-



Rys. 5. Określenie współczynnika oświetlenia dziennego Δd według rys. 4 dla dowolnego punktu P'

boskłonu, zasłoniętego przez sąsiedni budynek; k jest współczynnikiem uwzględniającym mniejszą jaskrawość ($B_s < B_n$) przeciwległej ściany w stosunku do jaskrawości nieboskłonu. Wartość współczynnika k wynosi 0,05—0,15. Mniejsze wartości odnoszą się do ścian ciemnych i cia-



Rys. 6. Określenie współczynnika oświetlenia dziennego $d = d_n + d_s \cdot k$ według rys. 4 przy zabudowanym horyzoncie

snej zabudowy, większe do ścian jasnych i zabudowy luźnej.

Znaleziona w ten sposób wartość d współczynnika oświetlenia dziennego nie uwzględnia strat, które powstają przez ramiaki, szczebliny i oszklenie okien. Uwzględniając te straty, wynoszące ok. 25%, znajdziemy

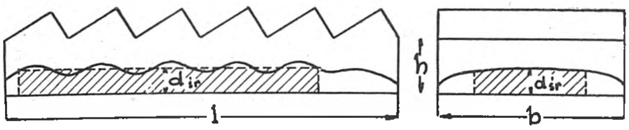
wartość współczynnika oświetlenia dziennego dla pomieszczeń z oknami w ścianach bocznych:

$$d_b = 0{,}75\ d.$$

Obliczona na podstawie tego współczynnika jasność

$$E_b = 30\ d_b$$

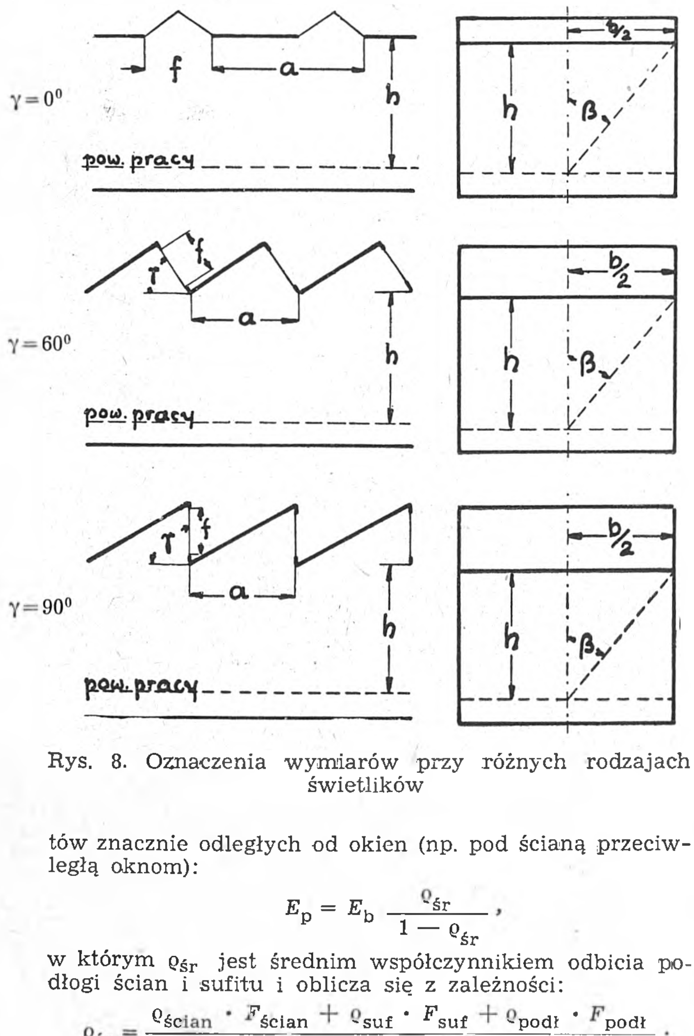
pochodzić będzie od strumienia świetlnego, padającego bezpośrednio na punkt pomiarowy *P*. (W pobliżu okien tak



Rys. 7. Średni współczynnik oświetlenia dziennego

obliczona jasność będzie się dobrze zgadzać z rzeczywiście tam panującą).

Punkt *P* będzie jednak również oświetlony pośrednio światłem odbitym od ścian, sufitu i podłogi wnętrza. Jasność E_p, pochodzącą od strumienia rozproszonego, można określić wzorem empirycznym, słusznym dla punk-



Rys. 8. Oznaczenia wymiarów przy różnych rodzajach świetlików

tów znacznie odległych od okien (np. pod ścianą przeciwległą oknom):

$$E_p = E_b \frac{\varrho_{śr}}{1 - \varrho_{śr}},$$

w którym $\varrho_{śr}$ jest średnim współczynnikiem odbicia podłogi ścian i sufitu i oblicza się z zależności:

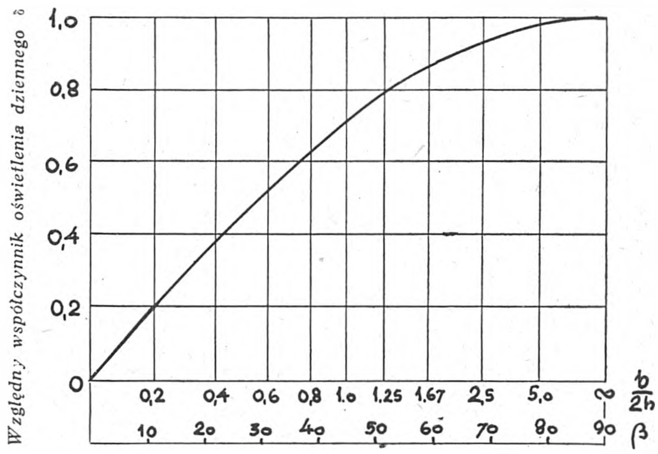
$$\varrho_{śr} = \frac{\varrho_{ścian} \cdot F_{ścian} + \varrho_{suf} \cdot F_{suf} + \varrho_{podł} \cdot F_{podł}}{F_{ścian} + F_{suf} + F_{podł}}.$$

Im dalej od okien tym wpływ oświetlenia światłem rozproszonym ma większe znaczenie i nie może być pominięty przy obliczaniu jasności w głębi wnętrza tam zwłaszcza, skąd już przez okno nie widać wolnego nieba. Dla tych punktów jasność całkowita będzie:

$$E_c = E_b + E_p = E_b + E_b \frac{\varrho_{śr}}{1 - \varrho_{śr}} = E_b \frac{1}{1 - \varrho_{śr}}.$$

Tablica II podaje wartość $\varrho_{śr}$ dla różnych wnętrz.

Korzystając z powyższych wykresów i wzorów można zatem w prosty sposób obliczyć jasność we wnętrzu i sprawdzić, czy odpowiada ona podanym w tabl. I warunkom. Dla wnętrz mieszkalnych można przyjąć, że wartość jasności w pobliżu okien nie powinna być mniejsza od 40 lx (d_b = 1,33%), w pobliżu ściany przeciwległej oknom nie mniejsza niż 3 lx (d_b = 0,1%). Są to wartości bardzo niskie, poniżej których w żadnym razie nie powinno się schodzić; mimo to nie zawsze, niestety, są



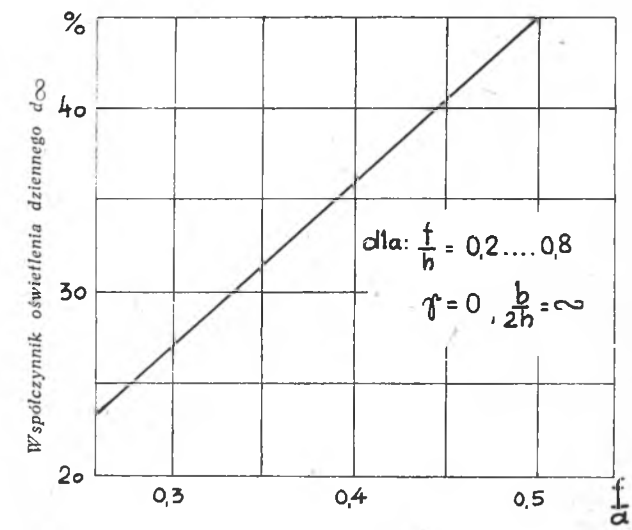
Rys. 9. Względny współczynnik oświetlenia dziennego δ

one utrzymane w mieszkaniach, zwłaszcza w dolnych kondygnacjach budynków miejskich.

b) Pomieszczenia ze świetlikami. W pomieszczeniach, w których światło dzienne pada z góry

Tablica II. Wartości średnie współczynnika odbicia dla wnętrz

Wnętrze	Średni współcz. odbicia $\varrho_{śr}$ powierzchni ścian sufitu i podłogi	$\frac{\varrho_{śr}}{1 - \varrho_{śr}}$	$\frac{1}{1 - \varrho_{śr}}$
Bardzo jasne	0,60	1,5	2,5
Jasne	0,60 — 0,50	1,5 — 1,0	2,5 — 2,0
Średnie	0,50 — 0,35	1,0 — 0,55	2,0 — 1,55
Ciemne	0,35 — 0,15	0,55 — 0,18	1,55 — 1,18
Bardzo ciemne	0,15	0,18	1,18



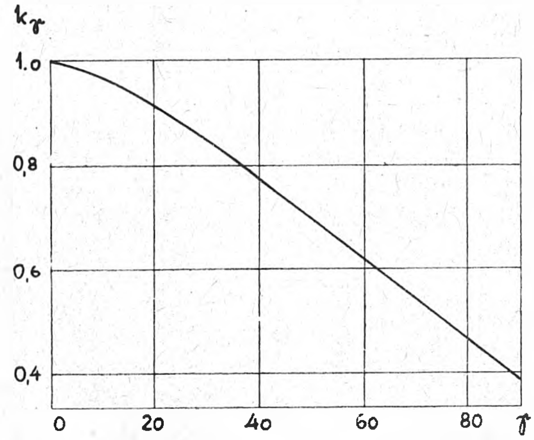
Rys. 10. Współczynnik oświetlenia dziennego d_∞ dla $\frac{b}{2h} \to \infty$ przy świetlikach poziomych (γ = 0)

przez tak zwane świetliki, mamy na ogół do czynienia z dużą równomiernością oświetlenia dziennego zwłaszcza w środkowej części pomieszczenia (rys. 7). Dla tej środkowej, najważniejszej zwykle dla użytkowania części po-

mieszczenia można przyjąć pewien średni współczynnik oświetlenia dziennego $d_{śr}$, który można określić z następujących wykresów dla wszelkiego rodzaju urządzeń świetlikowych.

Rys. 8 podaje różne typy świetlików oraz oznaczenia wymiarowe, użyte w następnych wzorach i wykresach. Wartość średniego współczynnika oświetlenia dziennego $d_{śr}$ zależeć będzie przede wszystkim od stosunku $\frac{b}{2h}$ tzn. od wielkości kąta $\beta \left(\operatorname{tg}\beta = \frac{b}{2h}\right)$. Oznaczając przez δ wartość względną współczynnika oświetlenia dziennego dla danego stosunku $\frac{b}{2h}$ w stosunku do jego wartości przy $\frac{b}{2h} \to \infty$ otrzymamy wykres przedstawiony na rys. 9.

Dalej współczynnik oświetlenia dziennego zależeć będzie od stosunku $\frac{f}{a}$ (rys. 8). Wartość współczynnika oświetlenia dziennego przy $\frac{b}{2h} \to \infty$ (d_∞) podaje rys. 10. Dotyczy on świetlików o otworze, przez który pada światło, położonym poziomo ($\gamma = 0$), nie zależy przy tym w dużych



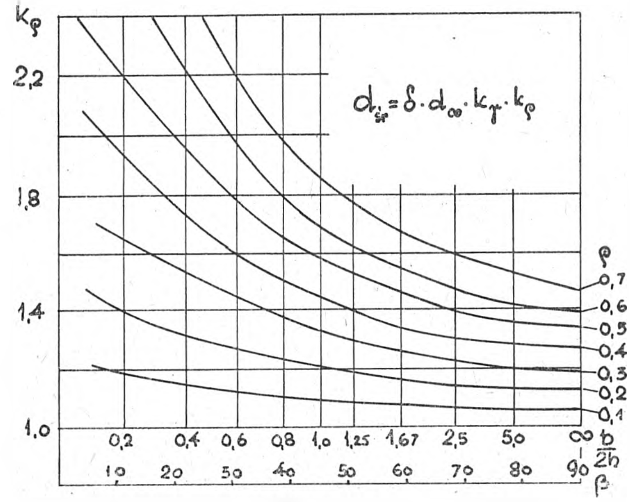
Rys. 11. Współczynnik k_γ uwzględniający nachylenie otworu świetlikowego

granicach od stosunku szerokości otworu świetlikowego do wysokości tego otworu nad powierzchnią pomiarową (powierzchnią pracy — zwykle 1 m nad podłogą). Dla skończonych wartości $\frac{b}{2h}$ ($\beta < 90^0$) należy wartość d_∞ pomnożyć przez znalezioną z rys. 9 dla danego $\frac{b}{2h}$ wartość względną współczynnika oświetlenia dziennego. Dla otworów świetlikowych skośnych ($0 < \gamma < 90^0$ — dachy „pila ste", rys. 8) wartość d_∞ należy pomnożyć przez współczynnik k_γ, którego wartość podaje rys. 11.

Jeżeli wreszcie uwzględnimy strumień świetlny odbity od ścian i sufitu i zwiększający jasność, pochodzącą od bezpośrednio padającego światła, przez wprowadzenie współczynnika k_ρ (rys. 12), to otrzymamy ostateczny wzór określający wartość współczynnika oświetlenia dziennego:

$$d_{śr} = \delta \cdot d_\infty \cdot k_\gamma \cdot k_\rho$$

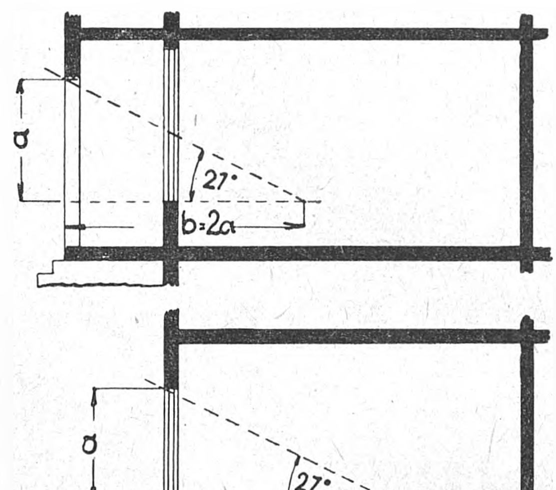
dla wszystkich typów świetlików podanych na rys. 8. Obliczenie sprowadza się do znalezienia dwóch stosunków $\frac{b}{2h}$ i $\frac{f}{a}$, odczytania czterech wartości z rys. 9, 10, 11 i 12 i wreszcie przemnożenia tych czterech liczb. Otrzymana wartość współczynnika oświetlenia dziennego dotyczy otworów świetlikowych bez szczeblin i oszklenia. W rzeczywistości musimy liczyć się ze zmniejszeniem tego współczynnika o ok. 10% wskutek pochłaniania światła przez szczebliny oraz ok. 25% wskutek strat występujących w szkle — zwykle zbrojonym — zamykającym świetlik. Zmniejsza to współczynnik oświetlenia dziennego do ok. 0,65 $d_{śr}$. Wskutek zakurzenia i zabrudzenia szkła występują dalsze straty w czasie użytkowania, zmniejszające współczynnik oświetlenia dziennego o dalsze 25%, tak że dla zapewnienia dostatecznej jasności przy tak zwanym średnim stanie użytkowania świetlika należy



Rys. 12. Współczynnik k_ρ, uwzględniający światło odbite dla różnych współczynników odbicia ρ w zależności od stosunku $\frac{b}{2h}$

przyjąć wartość użytkową współczynnika oświetlenia dziennego

$$d_{uż} = 0,5\ d_{śr}.$$



Rys. 13. Ukształtowanie okien

Średnia jasność w pomieszczeniu ze świetlikami wyniesie zatem przy $E_z = 3000$ lx

$$E_{śr} = \frac{E_z \cdot d_{uż}}{100} = 15 d_{śr} \text{ luksów.}$$

Wartość ta musi być co najmniej równa wartości podanej w tabl. I dla danego rodzaju pracy.

4. Wskazówki dotyczące projektowania oświetlenia dziennego.

Na zakończenie podamy kilka ogólnych wskazówek, dotyczących projektowania oświetlenia dziennego [5].

Równomierność oświetlenia. Przy projektowaniu należy dążyć do osiągnięcia możliwie największej równomierności oświetlenia. W pomieszczeniach z oknami w ścianach bocznych polepszenie równomierności oświetlenia można osiągnąć przez wydłużenie ramy okiennej aż do stropu pomieszczenia, przez unikanie zbyt głębokich wnętrz, przez jasne barwy wykończenia wnętrza, przez jasne wyprawy budynków, stojących naprzeciw okien wnętrza, i wreszcie przez zastosowanie w oknach szkieł pryzmatycznych, odchylających strumień świetlny ku ścianie przeciwległej oknom. Odległość najdalej odsuniętego od ściany okiennej miejsca pracy nie powinna być większa od dwukrotnej wysokości górnej ramy okna nad powierzchnią stołu (rys. 13). Kąt elewacji górnej ramy okiennej dla miejsca pracy nie powinien być zatem mniejszy niż 27°.

Nasłonecznienie. Wiele rodzajów wnętrz, jak np. mieszkania, szkoły, szpitale, powinny mieć zapewniony dostęp bezpośrednich promieni słonecznych. W mieszkaniach przynajmniej jeden z głównych pokojów powinien być słoneczny. Sale wykładowe (wyjątek stanowią kreślarnie), pokoje chorych w szpitalach nie powinny mieć okien skierowanych na północ. Z drugiej strony bezpośrednie promienie słoneczne mogą wywołać w niektórych miejscach pracy zjawiska niepożądane, jak np. płowienie barw materiałów, utrudnienie rozpoznawania barw, nadmierną jaskrawość oglądanych powierzchni itp. W pomieszczeniach o dużych powierzchniach oszklonych (np. szklane dachy) należy się liczyć z niepożądanym zjawiskiem nadmiernego nagrzewania wnętrza wskutek nasłonecznienia (tzw. zjawisko cieplarniane).

Cienistość oświetlenia. Cienistością oświetlenia nazywamy stosunek jasności pochodzącej bezpośrednio od źródła światła do jasności całkowitej, która jest sumą jasności bezpośredniej i jasności pochodzącej od światła rozproszonego. Cienistość oświetlenia można łatwo określić mierząc w badanym punkcie jasność całkowitą E oraz jasność E_r po przesłonięciu luksomierza od promieni padających nań bezpośrednio ze źródła światła. Cienistość

$$c = \frac{E - E_r}{E}.$$

Wartość c, pożądana dla sprawnego wykonywania pracy, zawiera się w granicach $0{,}2 < c < 0{,}8$.

Zbyt duża cienistość ($c > 0{,}8$) występuje przy oświetleniu miejsca pracy bezpośrednio padającymi promieniami słońca. Przez zastosowanie zasłon na okna albo szyb rozpraszających można nadmierną cienistość oświetlenia obniżyć do wartości pożądanej. Długie, przeszkadzające spostrzeganiu cienie występują również przy oknach niskich, powodujących płaskie padanie światła. Dlatego pożądane jest takie ukształtowanie okien, aby światło padało na miejsce pracy możliwie stromo. Przy rozplanowaniu miejsc pracy należy zwracać uwagę, aby pracujący nie rzucał swoją osobą cienia na miejsce pracy.

Kształt okien. Dla oświetlenia wnętrza decydującą rolę gra górna część okna. Dlatego też okno powinno dochodzić możliwie do stropu pomieszczenia. Odległość górnej krawędzi otworu okiennego od stropu nie powinna być w żadnym razie większa niż 30 cm. Unikać również należy okien zamkniętych od góry linią łukową, wystających gzymsów okiennych itp. Obniżanie natomiast poziomu parapetu, zwłaszcza poniżej poziomu pracy (stołu) nie polepsza warunków oświetleniowych, a w pewnych wypadkach może być szkodliwe ze względu na występujące jaskrawe odbicie światła od podłogi. Podniesienie linii parapetu ponad poziom wzroku jest również niepożądane.

Ramiaki, obłogi, ślemiona i szczebliny okien powinny mieć możliwie małe wymiary (grubość) tak, aby jak najmniej zmniejszały czynny otwór okna. W przybliżeniu można przyjąć, że w mieszkaniach powierzchnia okien wnetrza powinna stanowić co najmniej 1/10 powierzchni podłogi. W szkołach ten stosunek powinien wynosić co najmniej 1/5, przy czym szerokość słupów międzyokiennych nie powinna być większa niż 1/4 szerokości okna.

LITERATURA

[1] W. Arndt. Praktische Lichttechnik. 1938.
[2] Internationale Beleuchtungskommission. X. Tagung, Scheveningen. 1939. Band I. Sekretariatberichte, 1942.
[3] W. Büning u. W. Arndt. Tageslicht im Hochbau. Bauweltverlag, Berlin. 1935.
[4] Internationale Beleuchtungskommission. X. Tagung, Scheveningen, 1939. Band II. Vorträge, 1942 (str. 216).
[5] Leitsätze für Tagesbeleuchtung DIN 5034.
[6] W. Żenczykowski. Oświetlenie budynków światłem dziennym. Warszawa, 1935.
[7] Natürliches und künstliches Tageslicht (Sprawozd. z obrad Międz. Kom. Ośw. w 1939 r. w Scheveningen, t. I, ref. 27, str. 498—517).

INŻ. AL. ZYLBER

Zagadnienie turbin z kondensacją w przemyśle*)

Treść. Wybór turbiny przeciwprężnej czy z kondensacją w siłowniach przemysłowych powinien opierać się nie na żądaniu niezależności energetycznej, zbytecznej przy należytym powiązaniu zakładu przemysłowego z siecią, lecz na rachunku gospodarności — przy zapewnieniu potrzebnej ilości pary na rzecz mocy kondensacyjnej podczas szczytów bez dodatkowych inwestycji kotłowych. Zwiększenie mocy w przemyśle, oparte na nadwyżkach pary z kotłów czynnych i rezerwowych, odciąży znacznie elektrownie zawodowe oraz przemysł kotlarski i przemysły pomocnicze, a zarazem obniży poważnie wydatki na inwestycje energetyczne. Wyzyskanie rezerwy kotłowej przemysłu dla zwiększenia mocy musi uwzględniać należytą pewność ruchu w przemyśle.

Вопросы турбин с конденсацией в промышленности. Подбор турбины с противодавлением либо с конденсацией в промышленных электростанциях должен основываться не на требовании энергетической независимости, излишней при надлежащей связи завода с общественной сетью, а на экономическом расчете при условии, что в момент максимальной нагрузки конденсационной установке будет гарантировано требуемое количество пара без добавочных затрат на оборудование котельной. Повышение мощности промышленной установки — вследствие использования излишка пара действующих и резервных котлов — разгрузит общественные электростанции, а также котлостроительную промышленность и другие вспомогательные отрасли промышленности, а вместе с тем уменьшит расходы на электроэнергетические установки. Использование резерва в промышленных котельных установках для увеличения „располагаемой мощности" должно иметь в виду надлежащую надежность работы промышленного предприятия.

The problem of condenser turbines in industry. The selection of a back-pressure turbine or of a condenser turbine in industrial steam electric plants should be governed not by considerations of power independance which, in the case of proper linking of the industrial plant with the system, becomes superfluous, but by economic considerations, provided that, during peak loads, an adequate quantity of steam would be ensured to the plant when working with condensation, without any additional investments on boiler plant. The increase in power in industry based on the surplus of steam from working and stand-by boilers will considerably relieve professional electric power plants, as well as the boiler and auxiliary industries, at the same time considerably reducing the expenditure on power plant investments. The exploitation of boiler reserves of industrial plants in order to increase capacity, must also make provision for the reliability of service in industries.

1. Wstęp.

Zakłady przemysłowe do niedawna domagały się częstokroć realizowania ich niezależności energetycznej drogą instalowania turbin upustowo-kondensacyjnych wzamian przeciwprężnych.

Takie stawianie sprawy jest niesłuszne, dążność bowiem do niezależności energetycznej w olbrzymiej większości zakładów nie jest usprawiedliwiona, jeśli rozważać ją na tle szeroko zakrojonych rozwiązań energetycznych w skali ogólno-krajowej; dążność tę uzasadnia natomiast jedynie powoływanie się na złe doświadczenie lat powojennych w zniszczonym kraju, gdy energetyka zawodowa nie mogła sprostać zadaniom w całej rozciągłości. Argument ten przy obecnie planowanych inwestycjach uznać można śmiało za anachronizm, chyba, że chodzi o przemysł wyjątkowo wrażliwy na b. krótkie nawet przerwy ruchu (jak np. przemysł włókien sztucznych); również zresztą i w tym wypadku przy odpowiednim powiązaniu sieciowym z paru źródeł zasilania konieczność utrzymania niezależności energetycznej najbardziej choćby wrażliwego zakładu staje się problematyczną.

*) Artykuł dyskusyjny.

Stwierdzenie fałszywej argumentacji świadczy jednak wyłącznie o błędności rozumowania, bynajmniej natomiast nie stanowi dowodu przeciwko wnioskowi, który z rozumowania tego wyciągnięto.

2. Kryteria doboru turbin.

Jakież przeto należy zastosować kryteria, aby móc rozstrzygnąć zagadnienie, kiedy należy instalować turbiny przeciwprężne, kiedy zaś upustowo-kondensacyjne (ewentualnie czysto kondensacyjne obok przeciwprężnych)?

W odpowiedzi należy jako zasadnicze wysunąć 2 kryteria:

1. pewność ruchu,
2. czynnik gospodarności.

Przytoczone na wstępie uwagi, dotyczące zagadnienia niezależności energetycznej, można w pewnej mierze sprowadzić do stwierdzenia, że odpowiednio rozplanowana i zabezpieczona sieć publiczna daje niemal wszystkim zakładom przemysłowym najzupełniej zadawalającą pewność ruchu, w związku z czym decydującą rolę dla zastosowania turbin z kondensacją w przemyśle otrzymuje kryterium gospodarności — rzecz jasna — pod warunkiem, że zastosowane rozwiązanie gwarantuje należytą pewność ruchu. Kryterium to wymaga uwzględnienia optimum sumy kosztów stałych (uzależnionych w wielkiej mierze od nakładów inwestycyjnych) oraz kosztów zmiennych, w których zasadniczą pozycję stanowi paliwo.

Zużycie paliwa w wielkich nowoczesnych elektrowniach zawodowych jest z reguły niższe, niż zużycie w części kondensacyjnej przemysłowych turbin upustowych, a to z dwu względów, a mianowicie:

1. turbiny upustowo kondensacyjne są zasadniczo w pracy kondensacyjnej mniej ekonomiczne od turbin czysto kondensacyjnych tej samej mocy,

2. turbiny stosowane w przemyśle stanowią na ogół znacznie mniejsze jednostki niż turbiny wielkich elektrowni zawodowych, co zarazem wiąże się zazwyczaj z pracą przy niższych parametrach pary.

Z powyższego wynika, że czynnik gospodarności może przemawiać na korzyść turbin upustowo-kondensacyjnych jedynie w tym wypadku, gdy uzyskuje się dzięki tym turbinom zmniejszenie nakładów inwestycyjnych tak wysokie, że wpływ tego zmniejszenia na koszty stałe osiąga przewagę nad wzrostem kosztów zmiennych, wywołanym przez podwyższenie rozchodu paliwa.

3. Zagadnienie zmniejszenia nakładów inwestycyjnych drogą instalowania mocy kondensacyjnej w przemyśle.

Takie zmniejszenie nakładów inwestycyjnych w instalacjach przemysłowych (z wyjątkiem największych) jest z reguły możliwe jedynie pod warunkiem instalowania kondensacji bez żadnego zwiększania z tego tytułu kotłowni.

Należy tu zwrócić uwagę przede wszystkim na często zachodzący w przemyśle wypadek wahliwego zapotrzebowania pary. W tych warunkach przy zastosowaniu zespołu przeciwprężnego różnica pomiędzy mocą tego zespołu a mocą obniżoną przy zmniejszonym poborze pary wymaga podwojenia przez powtórne zainstalowanie jej w energetyce zawodowej; podwojenia tego natomiast można uniknąć, zastępując zespół przeciwprężny przez upustowo-kondensacyjny. Podwyższenie nakładów inwestycyjnych w tym wypadku sprowadza się jedynie do zwiększenia kosztów zespołu, ewent. i budynku, a także do nakładów, związanych z doprowadzeniem wody chłodzącej do kondensatora. Kotłownia oraz część elektryczna elektrowni pozostają bez zmiany, w związku z czym zaoszczędzone nakłady inwestycyjne sięgać mogą 70—75% kosztów powtórnego instalowania mocy w energetyce zawodowej *).

Ponadto częstokroć zachodzi wypadek, że — p o m i m o z a p r o j e k t o w a n i a k o t ł o w n i p r z y c a ł k o w i t y m p o m i n i ę c i u z a p o t r z e b o w a n i a p a r y d l a e w e n t. c z ę ś c i k o n d e n s a c y j n e j t u r b i n — para na ten cel jest do dyspozycji również i tam, gdzie pobór pary nie posiada wahliwego charakteru. Przyczyny tego są następujące:

a) nieciągłość znormalizowanej wydajności jednostek kotłowych (np. kotły na 8/10 t/h są zbyt małe, na 12,5/16 t/h są zbyt duże),

b) rozmijanie się dobowych szczytów energetycznych oraz szczytów cieplnych,

c) elastyczność obciążenia cieplnego, pozwalająca w pewnej mierze na dostosowanie się do krzywej dobowej obciążenia elektrycznego,

d) niepełne tylko wykorzystywanie kotłów przez znaczną część roku,

e) możność przejściowego forsowania kotłów w okresie szczytów energetycznych,

f) dysponowanie kotłami rezerwowymi, niezbędnymi dla produkcji.

Przy istnieniu tych czynników powstają przeważnie warunki, w których koszt 1 kW mocy kondensacyjnej, zainstalowanego w zakładzie przemysłowym, nie sięga nawet połowy kosztu w elektrowni zawodowej.

Należy nadto zważyć, że turbina może rozwijać moc maksymalną wówczas, gdy jej przełyk jest całkowicie wykorzystany zarówno przed upustem, jak też i za nim. Pozwala to na uzyskanie w pewnym zakresie zwiększenia mocy zainstalowanej w drodze rozbudowy jedynie części elektrycznej, a zatem znowu za cenę niepomiernie niską.

Inż. E. Theimer podaje w swoim referacie (wygłoszonym na zjeździe, poświęconym ciepłowniom, w Brnie Morawskim z dni 8 i 9 IV. 1948 r. — patrz odbitka z czasopisma „Elektrotechnicky Obzor" pt. „Teplarenstvi", str. 8), co następuje:

„Na podstawie cen obecnych koszt 1 kW zainstalowanego w samodzielnej elektrowni kondensacyjnej kalkuluje się około 8000 do 10 000 Kč.

W przeciwstawieniu do tego nadwyżka kosztu na 1 kW zainstalowany w turbinie kondensacyjnej w ciepłowni kalkuluje się obecnie w wysokości około 2500 Kč. Ta niewspółmierność daje się łatwo wyjaśnić, zauważmy bowiem, że najdroższa część elektrowni, tj. kotłownia, urządzenia nawęglania i odżużlania, urządzenia elektryczne, pomocnicze i mieszkalne budynki itd. są już gotowe do ruchu kotłowni i przeciwprężnej części ciepłowni".

Jak widać z przytoczonego tekstu, autor artykułu ocenia koszt części kondensacyjnej ciepłowni na około 25 do 30% kosztu takiej samej mocy w elektrowni zawodowej.

Do sprawy wysokości nakładów inwestycyjnych wypadnie w rozważaniach niniejszych powrócić przy rozpatrywaniu całości zagadnienia gospodarności zastosowania w przemyśle turbin z kondensacją.

4. Czynnik pewności ruchu turbin z kondensacją w przemyśle.

Przede wszystkim należy rozważyć tutaj nadrzędny czynnik pewności ruchu turbin z kondensacją w przemyśle, i to tym więcej, że rozważania te w pewnej mierze wpłyną na ujęcie czynnika gospodarności.

Praktyka eksploatacyjna większych siłowni przemysłowych dostatecznie uzasadnia twierdzenie, że przypisywanie im jakiegokolwiek zmniejszenia stopnia pewności ruchu ze względu na poziom kierownictwa, czy też obsługi byłoby całkowicie nieuzasadnione.

Szczególnego natomiast rozważania wymaga zagadnienie, czy dla kondensacji — zaprojektowanej bez równoczesnego powiększenia kotłowni, odpowiadającej wymogom zapotrzebowania pary technologiczno-grzejnej — będzie do dyspozycji potrzebna z punktu widzenia pewności ruchu ilość pary.

Oznaczmy w t/h (rys. 1):

1. szczytowe zapotrzebowanie pary technologiczno-grzejnej przez x,

2. największą trwałą (praktycznie w ruchu osiągalną) łączną zdolność produkcyjną kotłów, przeznaczonych do stałego ruchu przez y,

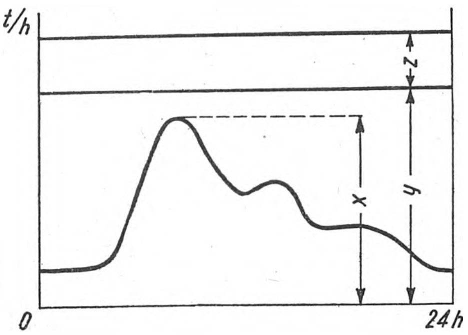
3. największą trwałą zdolność produkcyjną kotłów rezerwowych przez z.

Odrębnie należy rozpatrzyć warunki dostawy pary dla części kondensacyjnej:

*) Podkreślić nawiasem należy dla całokształtu rozważań potrzebę uwzględnienia — w omawianych warunkach wahliwego poboru pary — ewent. zastosowania cieplarek Ruthsa. Pozwalają one wprawdzie na wyrównanie obciążenia kotłowni i łagodzą w pewnej mierze nierównomierność pracy turbin przeciwprężnych, bynajmniej jej jednak nie usuwają, tak więc problemat kondensacyjnej części turbiny pozostaje aktualny i przy cieplarce, aczkolwiek zarówno moc turbozespołu, jak i wielkość kondensatora ulec może zmianie w stosunku do rozwiązania bez cieplarki.

A) przy łącznym obciążeniu kotłów $\leqslant x$,
B) w granicach obciążenia między y a x,
C) w granicach obciążenia między $(y + z)$ a y.

A) Ilość pary będąca do dyspozycji dla części kondensacyjnej jest zmienna i równa jest różnicy: x minus chwilowa wielkość zapotrzebowania pary technologiczno-grzejnej. Gdy wystąpi szczyt zapotrzebowania technolo-



Rys. 1. Wykres zapotrzebowania pary w ciągu doby

giczno-grzejnego (x), różnica ta zredukuje się do zera. Tym niemniej, gdy czynnik gospodarności kształtuje się pozytywnie, to i z punktu widzenia pewności ruchu nic nie można zarzucić dobudowaniu części kondensacyjnej tak dobranej, aby przy minimalnym poborze pary moc generatora, określona pierwotnie dla turbiny przeciwprężnej o przełyku $\leq x$, mogła być osiągnięta. W tych bowiem warunkach do kondensatora iść musi ilość pary mniejsza, oczywiście, od będącej do dyspozycji (zagadnienie minimum pary, niezbędnej w ruchu części kondensacyjnej zostaje tu wobec małych ilości tej pary dla prostoty rozważań pominięte).

Rzecz jasna, iż przed zdecydowaniem takiej dobudowy części kondensacyjnej musi być zbadana celowość tej inwestycji m. in. pod względem zapotrzebowania mocy w ramach układu — w okresach obniżonego poboru pary.

Jeśli natomiast jest wysunięte zagadnienie zwiększenia mocy zespołu poprzez dobudowanie części kondensacyjnej ponad moc turbiny przeciwprężnej o przełyku x, to w rozważanych granicach obciążenia kotłów nadwyżka mocy bynajmniej nie zawsze będzie do dyspozycji. Celowość takiej inwestycji nie powinna być jednak w sposób mechaniczny uzależniana od liczby godzin, w których odnośna moc może być w ciągu roku rozwijana, właściwie natomiast postawione pytanie musi odnosić się do tego, czy moc ta może być do dyspozycji wówczas, gdy zachodzi jej zapotrzebowanie. Tak więc rozważać należy nadwyżkę bądź deficyt mocy (w ramach układu) dla godzin obciążeń szczytowych i dla każdego miesiąca oddzielnie — przy uwzględnieniu charakteru dobowej zmienności zapotrzebowania pary technologicznej i grzejnej.

Rozważania takie — z natury rzeczy — muszą być prowadzone na podstawie przewidywanych warunków ruchu dla każdego wypadku oddzielnie i nie mogą być zastąpione przez sztywne reguły. I tak np. bliższe badanie może okazać, że szczyty zapotrzebowania cieplnego i energetycznego rozmijają się w czasie, dzięki czemu praktyczna pewność ruchowa możności rozwijania potrzebnej mocy kształtować się będzie całkowicie zadowalająco. Jeżeli natomiast omawiane rozważania wykażą, iż spowodowana przez brak pary niemożność uzyskania pełnej założonej mocy z turbiny przypada na godziny szczytowe, dopiero wówczas powstaje potrzeba określenia łącznego okresu, w którym niemożność ta występuje, a raczej potrzeba zbudowania krzywej uporządkowanej mocy nierozwiniętej skutkiem braku pary. I znowu trudno byłoby tu stosować sztywną regułę ilościową, określającą jednoznacznie, jaki procent niemożności wykorzystania zdolności produkcyjnej części kondensacyjnej turbiny decydować ma o obniżeniu mocy tej części. Właściwym natomiast kryterium musi być każdorazowe zestawienie korzyści i strat (z ewent. przejściowym zahamowaniem produkcji przy braku mocy włącznie), wynikających z rozpatrywanego rozwiązania w porównaniu z rozwiązaniem, polegającym na instalowaniu odnośnej mocy w wielkich elektrowniach zawodowych. Rzecz jasna, iż uwzględniać należy tak czynnik nakładów kapitałowych i określanych na jego podstawie kosztów amortyzacji oraz konserwacji, jak również całokształt czynników eksploatacyjnych.

Wskazana droga rozważań może być zaatakowana jako nazbyt akademicka i nieżyciowa. Należy jednak uwzględnić, iż chodzi tu o inwestycje bardzo poważne, przy których głębsze studia każdorazowe są całkowicie uzasadnione. Wystrzegać się należy jedynie nadmiernego dążenia do nieosiągalnej doskonałości, toteż pogodzić się trzeba z hipotetycznym i przybliżonym charakterem zakładanych w rozważaniach krzywych zapotrzebowania mocy i pary technologiczno-grzejnej.

B) Ilość pary we wskazanych tu granicach obciążenia jest do dyspozycji dla części kondensacyjnej w sensie praktycznym zawsze (jeśli tylko kocioł bądź kotły rezerwowe łącznie posiadają zdolność produkcyjną nie mniejszą od zdolności produkcyjnej największej czynnej jednostki kotłowej, co zresztą uważać można za regułę). Należy jednak w każdym wypadku rozważyć, czy ewent. bliska rozbudowa zakładu nie zlikwiduje nadwyżki pary $(y - x)$.

C) Para z kotłów rezerwowych jest do dyspozycji dla części kondensacyjnej w całości zasadniczo stale — prócz okresów, kiedy kotły te pełnią swą właściwą rolę (tj. zastępują jednostki czynne normalnie), bądź też są niezdatne do ruchu.

W ramach energetycznie izolowanego zakładu pewność ruchu części kondensacyjnej w zakresie mocy, obliczonej na parę z tych kotłów, byłaby ze względu na okresy pracy rezerwowej co najmniej wątpliwa.

Jeśli jednak wziąć pod uwagę układ energetyczny, obejmujący większą liczbę zakładów przemysłowych, wystarczy uwzględnić omówione wyżej zmniejszenie rozporządzalności kotłów rezerwowych do celów energetycznych przez wprowadzenie odpowiedniego współczynnika, którego wielkość w zasadzie należałoby określić na podstawie danych ruchowych szeregu zakładów. Wobec niedysponowania takimi danymi przyjęto w niniejszym referacie współczynnik ten (zależny zresztą od liczby kotłów czynnych) w wysokości 0,8; inaczej mówiąc założono, że — ruchowo biorąc — 10 jednakowych kotłów rezerwowych w zakresie zasilania części kondensacyjnej turbin odpowiada 8 kotłom o takiej samej jednostkowej zdolności produkcyjnej, wolnym od zadań rezerwy. Współczynnik zmniejszonej rozporządzalności wymaga, rzecz jasna, uwzględnienia w rachunku gospodarności; skoro to nastąpi, pewność ruchu kotłów o zmniejszonej w powyższy sposób obliczeniowej zdolności produkcyjnej nie może już w sensie porównawczym budzić żadnych wątpliwości.

Ponieważ moc rozporządzalna turbin pozostaje (w przybliżeniu) proporcjonalna do ilości będącej do dyspozycji pary, przeto w ramach układu energetycznego omówiony wyżej współczynnik zmniejszonej rozporządzalności odnieść należy nie tylko do kotłów rezerwowych, lecz i do odpowiadającej im mocy turbin.

5. Czynnik gospodarności.

Po tych rozważaniach powrócić już można — zgodnie z zapowiedzią — do czynnika gospodarności, rozpoczynając rozpatrywanie tego tematu od strony nakładów inwestycyjnych na część kondensacyjną.

Jak już wspominano na podstawie liczb referatu inż. Theimera, nakłady te na 1 kW mocy kondensacyjnej w ciepłowni wynoszą ok. 25—30% nakładów w elektrowni zawodowej.

W powyższych rozważaniach należy — w zależności od warunków — do wskazanych tu liczb wprowadzić następujące poprawki na korzyść ostrożności rachunku.

1. Przy mniejszych jednostkach ciepłowni przemysłowych liczyć się trzeba z pewną podwyżką tych nakładów. Należy z drugiej strony podkreślić, że gdy dla normalnych elektrowni trzeba brać pod uwagę przeciętny koszt 1 kW zainstalowanego, to dla siłowni przemysłowych należy uwzględnić w rachubę jedynie nadwyżkę kosztów, przypadającą na 1 kW mocy dodatkowej; powiększenie zaś turbozespołu kosztuje na jednostkę mocy znacznie mniej niż przeciętny koszt tej jednostki dla całego zespołu.

W uwzględnieniu wyżej powiedzianego przyjęto współczynnik, podwyższający nakłady, oparte na liczbach inż. Theimera, jako pozostający w granicach 1,0 — 1,3.

2. Dla mocy turbin przeciwprężnych, wymagającej ze względów zmienności obciążenia parowego podwojenia przez powtórne ustawienie w energetyce zawodowej, należy uwzględnić czynnik nierównoczesności zmian zapotrzebowania pary. Czynnikowi temu odpowiada przeto pewna redukcja podwajanej mocy, którą to redukcję przyjęto tu, jako zmniejszenie mocy o 0 do 20%.

Tak więc procent nakładów, oparty na liczbach inż. Theimera dla omawianego zakresu mocy kondensacyjnej ciepłowni przemysłowej wzrośnie w stosunku pozostającym w granicach 1,0 — 1,25.

3. Dla mocy odpowiadającej kotłom rezerwowym omówiony pod C współczynnik zmniejszonej rozporządzalności, przyjęty w wysokości 0,8, odpowiada podwyższeniu procentu nakładów w stosunku $\frac{1}{0,8}$ tj. 1,25.

Uwzględniając zatem zreferowane tu poprawki, stwierdzić należy, iż nakłady inwestycyjne na 1 kW mocy kondensacyjnej w ciepłowniach większych zakładów przemysłowych pozostają w granicach od 25 do 50% nakładów na równoważną ruchowo moc w energetyce zawodowej, innymi więc słowy oszczędność na nakładach inwestycyjnych, uzyskiwana drogą instalowania mocy kondensacyjnej w siłowniach przemysłowych zamiast w energetyce zawodowej wynosi 50 — 75%.

Należy z kolei uwzględnić straty, związane w przemysłowych turbinach z kondensacją z wyższym niż w wielkich elektrowniach zawodowych jednostkowym zużyciem paliwa.

Porównanie charakterystyk turbinowych pozwoli stwierdzić, że przy stosowanych obecnie parametrach pary w dużych zakładach przemysłowych różnice bynajmniej nie są wielkie. Nie należy bowiem ulegać sugestii, wynikającej z porównania liczb niewłaściwie dobranych, z których jedne odnoszą się np. do instalacji na 1000 kW sprzed lat 30 i to przy węglu o 5000 kcal/kg, inne zaś do nowoczesnej wielkiej elektrowni i umownego węgla 7000 kcal/kg.

Gdyby założyć w celu ostrożnego rachunku przepał[1]) w wysokości np. 25% jednostkowego rozchodu węgla, to łatwo stwierdzić prostym rachunkiem, iż przy aktualnych kosztach węgla (łącznie z transportem, nawęglaniem itd.) — nawet przy bardzo dużym rocznym czasie użytkowania zainstalowanej mocy — strata na przepale pozostawać będzie znacznie poniżej zaoszczędzonych kosztów amortyzacji i konserwacji odpowiadających uzyskanej różnicy nakładów inwestycyjnych.

Gdyby jednak nawet przepał przekraczał oszczędności roczne na amortyzacji i konserwacji, to zwrócić należy uwagę na pominięcie w powyższym rachunku oprocentowania zaoszczędzonych nakładów. Zaoszczędzone środki inwestycyjne pozwolą jednak na realizację innych korzystnych dla gospodarki narodowej inwestycji, płynące z nich zatem korzyści wprowadzić należy do rachunku porównawczego[2]).

Czynnik kosztów obsługi, zależny i od rozwiązania technicznego i od warunków ruchu, jest trudny w ogólnym wypadku do porównawczego ujęcia; fakt jednak, że kotłownia dla zasilania części kondensacyjnej turbin nie zostaje zwiększona, kształtuje czynnik ten w kierunku nader korzystnym. Czynnik ten zresztą nie może wywierać większego wpływu na wynik rachunku.

Tak więc w większych zakładach przemysłowych, w których nakłady inwestycyjne na część kondensacyjną turbin kształtują się tak nisko, jak to omówiono wyżej, również i całokształt rachunku gospodarności przemawia za instalowaniem turbin z kondensacją, o c z y w i ś c i e p o d w a r u n k i e m d y s p o n o w a n i a n a c e l e e n e r g e t y c z n e p a r ą w c z a s i e s z c z y t o w y c h o b c i ą ż e ń[3]).

Należałoby przeprowadzone tu rozważania uzupełnić poniższymi uwagami dotyczącymi kosztów powiązania zakładu z siecią.

Przy wyposażeniu siłowni zakładu wyłącznie w turbiny przeciwprężne — wobec zmiennego stosunku zapotrzebowania pary do zapotrzebowania mocy — fakt istnienia powiązania z siecią przyjąć można jako wynikający z założenia.

Zdolność przelotowa wspomnianego powiązania odpowiadać zarazem musi zapotrzebowaniu mocy rezerwowej, zbliżającemu się — przy jednej tylko turbinie — do pełnej wysokości zapotrzebowania mocy w danym zakładzie. Zainstalowanie mocy kondensacyjnej w zakładzie — w zależności od doboru jednostek turbinowych — ograniczyć może zapotrzebowanie rezerwy, tym samym zaś może pociągnąć za sobą obniżenie kosztów połączenia z siecią. Jedynie w zakładach o niskim zapotrzebowaniu mocy w stosunku do zapotrzebowania ciepła, gdy dla określenia przelotności linii decydująca jest nadwyżka mocy oddawana do sieci, zajść może wypadek odwrotny, tj. podrożenie połączenia z siecią jako wynik instalowania mocy kondensacyjnej w zakładzie. Takiej podwyżce kosztów odpowiadać zresztą może potanienie innych fragmentów sieci, zależne od położenia zakładu w stosunku do układu sieciowego i rozlokowania odbiorców mocy.

Na ogół zatem przyjąć można, że również i czynnik kosztów sieci przemawia raczej na rzecz gospodarności mocy kondensacyjnej w przemyśle; ogólna ta zasada nie usuwa, rzecz jasna, potrzeby przeprowadzenia właściwych rozważań w indywidualnych wypadkach, a mianowicie w stosunku do zakładów, w których do obliczenia połączenia z siecią miarodajna jest nadwyżka mocy oddawana do sieci.

6. Zakres mocy kondensacyjnej w przemyśle oraz przewidywanych oszczędności na nakładach inwestycyjnych.

Jak już omówiono poprzednio, zagadnienie dysponowania parą dla części kondensacyjnej podczas deficytu mocy — w granicach obciążenia kotłów mniejszego lub równego szczytowemu zapotrzebowaniu technologiczno-grzejnemu — wymaga odrębnego badania dla każdego zakładu; z tego względu trudno tu wypowiadać się co do zakresu mocy kondensacyjnej, którą można by we wskazanych granicach obciążenia kotłów uzyskać. Można jedynie wskazać — przy założeniu, iż przełyk turbin przeciwprężnych wynosi 80 do 100% maksymalnej trwałej zdolności produkcyjnej czynnych kotłów, jednostkowy zaś rozchód pary w pracy kondensacyjnej jest 2—2,5-krotnie niższy od rozchodu jednostkowego w turbinie przeciwprężnej, że każdemu procentowi zdolności produkcyjnej czynnych kotłów, wolnej w szczycie energetycznym dla pracy kondensacyjnej, odpowiada moc około 2—3% mocy turbiny przeciwprężnej. Tak więc np. 20%-om pary kotłów czynnych w planowanych obecnie zakładach odpowiadałaby moc kondensacyjna, wynosząca około połowy łącznej mocy przewidywanych w ramach planu turbin przeciwprężnych.

Para natomiast w granicach pomiędzy maksymalną trwałą (praktycznie w ruchu osiągalną), łączną zdolnością produkcyjną kotłów przeznaczonych do stałego ruchu, a szczytowym zapotrzebowaniem technologiczno-grzejnym oraz para w zakresie zdolności produkcyjnej kotłów rezerwowych, w ilości pomniejszonej przez uwzględnienie współczynnika zmniejszonej rozporządzalności tych kotłów, praktycznie biorąc, jak o tym była już mowa, jest do dyspozycji stale. W ramach inwestycji, objętych 6-letnim planem, ilości tej pary są bardzo znaczne, czemu odpowiada możność zainstalowania w siłowniach przemysłowych poważnej mocy przy nakładach inwestycyjnych, zmniejszonych co najmniej o połowę w stosunku do potrzebnych nakładów dla zainstalowania równoważnej mocy w energetyce zawodowej.

Przy koszcie k zł/kW w elektrowniach czysto kondensacyjnych przerzucenie n kW do ciepłowni przemysłowych oznacza zatem oszczędność nie mniejszą niż 0,5 $k \cdot n$ zł.

[1]) Jest to nadwyżka zużycia węgla ponad rozchód, przypadający analogicznie w elektrowni zawodowej.

[2]) W rzeczywistości zazwyczaj procent przepału jest znacznie niższy od podanego przykładowo w wysokości 25% (zwłaszcza przy dobrej próżni w zakładach położonych nad rzeką), czas zaś wykorzystania mocy zainstalowanej bynajmniej nie jest bardzo duży.

Trzeba przy tym jeszcze nadmienić, że — niezależnie od uwzględnienia w kalkulacji wyższego zużycia węgla w przemysłowych turbinach upustowo-kondensacyjnych — należy, oczywiście, dążyć w eksploatacji do tego, aby w miarę możności eliminować, czy też ograniczać pracę jednostek mniej ekonomicznych, zastępując ją pracą urządzeń ekonomiczniejszych. Nadzór techniczny nad energetyką przemysłową, zlecony energetyce zawodowej, daje w tym względzie potrzebne ku temu możliwości; baczyć jedynie należy, by właściwego rozwiązania nie utrudniała nieodpowiednia polityka taryfowa, niedostosowana do interesu całości gospodarki narodowej.

[3]) Inaczej, rzecz jasna, sprawa przedstawiać się może w krajach importujących węgiel za b. wysoką cenę, zwłaszcza, gdy równocześnie wchodzi w grę obfitość „białego węgla" i silnie rozwinięta własna produkcja turbin.

Podchodząc do obliczenia oszczędności od strony zdolności produkcyjnej kotłów przemysłowych, wykorzystanych dla mocy kondensacyjnej, licząc przy tym p kg/kWh pary, należy dojść do wniosku, że wykorzystaniu m t/h wspomnianej zdolności produkcyjnej odpowiada oszczędność nie mniejsza niż $0{,}8\ m \cdot \frac{1000}{p} \cdot 0{,}5\,k = 400\,\frac{m \cdot k}{p}$.

7. Zagadnienie pewności ruchu w przemyśle przy energetycznym wykorzystaniu kotłów rezerwowych.

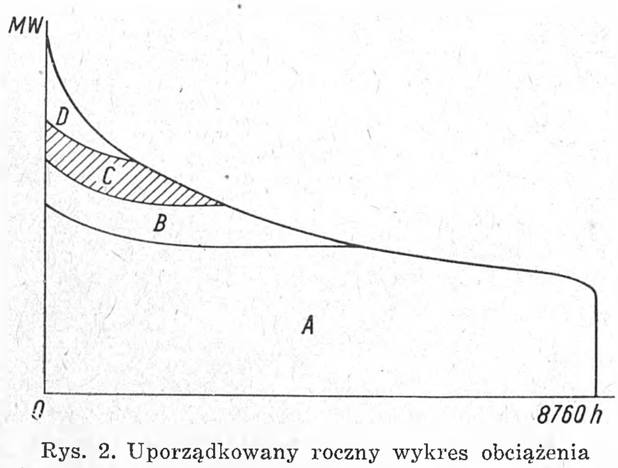
Należy jednak zastanowić się nad zagadnieniem, czy wprzęgnięcie do służby energetycznej przemysłowych kotłów rezerwowych jest dopuszczalne z punktu widzenia pewności ruchu w przemyśle. Przyjęcie współczynnika zmniejszonej rozporządzalności tych kotłów w stosunku do ich roli energetycznej jest odpowiednikiem założenia, iż z chwilą powstania potrzeby pracy rezerwowej tych kotłów, tj. potrzeby dostarczania przez nie pary do celów technologiczno-grzejnych, produkcja energetyczna musi ustąpić miejsca zasadniczemu zadaniu. Z tej więc strony przemysłowi nic nie zagraża, a raczej przeciwnie, gorąca rezerwa uwalnia od przerw w produkcji, związanych przy rezerwie zimnej z koniecznością rozpalania kotła.

Pozostaje jednak zagadnienie, czy ruch kotła rezerwowego nie zwiększa możliwości, iż w decydującym dla produkcji momencie kocioł okaże się niezdolnym do ruchu.

Aby na tak postawione zapytanie odpowiedzieć, zwrócić trzeba przede wszystkim uwagę na podział obciążenia w ramach uporządkowanej krzywej rocznej — pomiędzy urządzenia wytwórcze (rys. 2).

Podział ten wskazuje, że praca energetyczna kotłów rezerwowych obejmowałaby stosunkowo małą liczbę godzin w roku; liczbę tę można zresztą ograniczyć bardziej jeszcze przez wyższy udział w ruchu nieekonomicznych elektrowni zawodowych, oczywiście, kosztem dodatkowego przepału. Przy małym zaś rocznym czasie ruchu nic nie może stać na przeszkodzie najlepszej konserwacji omawianych kotłów.

Można by też z założenia zrezygnować z forsowania dla celów energetycznych kotłów rezerwowych, dostosowując przełyk części kondensacyjnej turbin do dezyderatu umiarkowanego obciążania tych jednostek kotłowych.



Rys. 2. Uporządkowany roczny wykres obciążenia
A praca ekonomicznych urządzeń energetyki zawodowej,
B praca wolnej zdolności produkcyjnej czynnych kotłów przemysłowych,
C praca rezerwowych kotłów przemysłowych,
D praca przestarzałych nieekonomicznych urządzeń energetyki zawodowej.

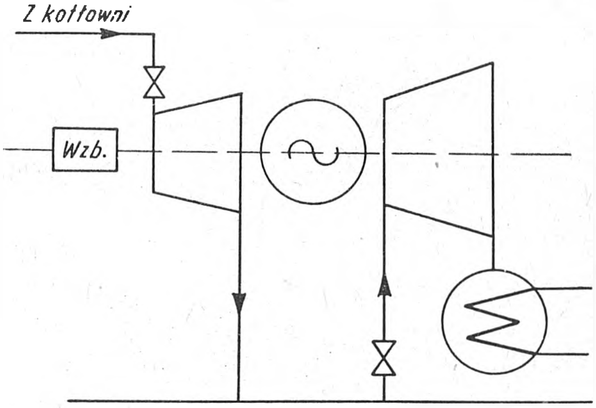
We wskazanych warunkach pewność ruchową dostarczania pary dla produkcji przemysłowej uznać można za zupełnie zadowalającą.

8. Uwagi i rozważania końcowe.

Przejęcie większych ciepłowni przemysłowych przez energetykę i przekształcenie ich w elektrownie-ciepłownie okręgowe przy odpowiednim powiększeniu instalowanej mocy o tanią moc dodatkową — to droga do dalszego zwiększenia omówionych już wielkich oszczędności, zarazem zaś możność dalszego jeszcze zwiększenia pewności ruchowej przemysłu.

Przerzut mocy z energetyki zawodowej do przemysłowej powinien dotyczyć przede wszystkim planowanych inwestycji rozsianych po kraju w mniejszych elektrowniach okręgowych (o zespołach co najwyżej 25 MW), odległych od Zagłębia Węglowego i nie wykorzystujących paliwa odpadkowego.

Dla całokształtu przeprowadzanych rozważań należy jeszcze omówić dwie alternatywy stosowania w przemyśle



Rys. 3. Układ turbiny przeciwprężnej i kondensacyjnej z wspólnym generatorem

turbin z kondensacją, a mianowicie ustawiane być mogą, jak to już wspominano, turbiny upustowo-kondensacyjne, albo też obok turbin przeciwprężnych turbiny czysto kondensacyjne, połączone z przeciwprężnymi pod względem parowym równolegle lub raczej w szereg. To drugie rozwiązanie jest z reguły znacznie kosztowniejsze ze względu na same turbiny, jak i wobec zwiększonego zapotrzebowania kubatury oraz większej łącznej mocy dwu odrębnych generatorów elektrycznych w porównaniu z mocą generatora turbiny upustowo-kondensacyjnej. Zwiększonym nakładom inwestycyjnym w pewnych warunkach ruchu przeciwstawiać się mogą znaczne korzyści eksploatacyjne, związane w szczególności ze zmniejszeniem rozchodu paliwa dla ruchu jałowego części nisko-prężnej turbin. Ponadto, rozwiązanie takie dać może dogodne wyjście pod względem zastosowania znormalizowanych typów turbin, w szczególności przeciwprężnych.

Aby ograniczyć nadwyżkę kosztów w stosunku do zastosowania turbiny upustowo-kondensacyjnej przy ustawianiu odrębnych turbin przeciwprężnej i kondensacyjnej, można obydwie te turbiny połączyć z wspólnym generatorem, unikając w ten sposób podziału i zwiększania mocy elektrycznej. W z a l e ż n o ś c i o d w a r u n k ó w r u c h u m o ż e z a c h o d z i ć p o t r z e b a, a b y t u r b i n a n i s k o p r ę ż n a b y ł a p o ł ą c z o n a z g e n e r a t o r e m z a p o m o c ą w y ł ą c z a l n e g o s p r z ę g ł a. Przy takim układzie wzbudnica byłaby zainstalowana po stronie turbiny przeciwprężnej (rys. 3).

Przy zamówieniu turbozespołu przeciwprężnego generator musiałby być pod względem mocy i konstrukcji dostosowany do napędu przez obydwie turbiny, maszynownia musiałaby być zaprojektowana odpowiednio do rozmiarów całkowitego zespołu.

Rozwiązanie takie, sprowadzające się w swej istocie do dwukadłubowej turbiny upustowo-kondensacyjnej, pozwala w razie potrzeby na ewent. podział zamówienia między produkcję krajową a zagraniczną.

Przy warunkach ruchu, skłaniających do zastosowania wyłączalności części niskoprężnej, rozwiązanie takie jest szczególnie dogodne.

Odpowiednia modyfikacja napędu wzbudnicy i wyłączalność turbiny przeciwprężnej pozwoliłyby również w razie potrzeby na pracę wyłącznie turbiną nisko-prężną, ewent. zasilaną poprzez zawór redukcyjny i ochładzacz pary.

Rzecz jasna, iż decyzja zastosowania omawianego układu wymaga przeprowadzenia kontroli pod względem gospodarności.

Co do strony elektrycznej zastosowania turbin z kondensacją w przemyśle należy zaznaczyć, że turbiny przeciwprężne same z reguły wymagają pracy równoległej z całością układu elektrycznego, turbiny z kondensacją, jeśli to miałoby być dogodne, pracować mogą również na

sieć wydzieloną. Zastosowanie turbin z kondensacją w przemyśle zmniejsza przy tym straty przesyłowe.

Wyzyskanie wolnej zdolności produkcyjnej kotłów przemysłowych, niezależnie od wskazanych wyżej wielkich oszczędności w kosztach inwestycyjnych, zapewnia wielkie korzyści dzięki odciążeniu przemysłu kotlarskiego oraz przemysłów, które dostarczają materiałów do budowy kotłów.

Biorąc pod uwagę przyjęty wyżej w wysokości 0,8 współczynnik zmniejszonej rozporządzalności wykorzystywanych przemysłowych jednostek kotłowych, a także przyjmując orientacyjnie jednostkowy rozchód pary w siłowniach przemysłowych o 10% powyżej rozchodu w zawodowych elektrowniach okręgowych, odciążenie przemysłu kotlarskiego przy wykorzystaniu zdolności produkcyjnej kotłów przemysłowych m t/h określić należy jako wynoszące $\frac{0,8}{1,1} \cdot m \cong 0,73\ m$ ton na godzinę zdolności produkcyjnej kotłów, zaoszczędzonych w elektrowniach.

INŻ. W. PRZELASKOWSKI

Przygotowanie inżynierów-elektryków w szkołach inżynierskich NOT

T r e ś ć. Autor stwierdza potrzebę i ważność wieczorowych szkół inżynierskich i podaje ich zadania i ustrój w zakresie potrzeb energetyki, telekomunikacji i przemysłu elektrotechnicznego.

Подготовка инженеров-электриков на электротехнических факультетах. Автор отмечает необходимость и важность вечерних инженерных училищ и представляет их задачи и устройство в области нужд электроэнергетики, связи и электротехнической промышленности.

The training of electrical engineers at electrical faculties. The author draws attention to the necessity and importance of evening engineering courses and deals with their tasks and structure within the scope of the requirements of power engineering practice, telecommunication and electrotechnical industry.

Wykonanie zadań, wysuniętych przez 6-letni plan uprzemysłowienia Polski socjalistycznej, wymaga oprócz ogromnej ilości materiałów również dostatecznej ilości kadr ludzkich.

Zatrudnieni obecnie w przemyśle inżynierowie stanowią zaledwie 0,7%, a technicy 2,2% ogólnej liczby zatrudnionych pracowników. Jakież ilości będą potrzebne dla realizacji planu 6-letniego? Aby sprostać postawionemu zadaniu, musimy potroić odsetek inżynierów i techników, musimy wykształcić ok. 40 000 nowych inżynierów i ok. 100 000 techników.

Dzienne szkoły inżynierskie kształcą młodzież niepracującą, która ukończyła szkoły średnie. Ilość tej młodzieży jest jednak niewystarczająca.

Aby zlikwidować istniejącą dysproporcję pomiędzy potrzebami kraju w dziedzinie sił inżynierskich a tempem ich przygotowania, musimy sięgnąć do wielkich rzesz pracujących techników i przeprowadzić wśród nich rekrutację tych elementów, które ze względu na nabyte umiejętności i na poziom ogólnego lub fachowego wykształcenia (duża matura) byłyby odpowiednim materiałem do podniesienia ich na wyższy poziom technicznego wykształcenia.

Koncepcja zorganizowania wieczorowych szkół inżynierskich została rzucona w 1947 roku najpierw przez SIMP, a następnie przez SEP. W wyniku powstała szkoła wieczorowa najpierw w Warszawie, a następnie w Gdańsku.

Dalszy ogromny rozwój sieci szkół wieczorowych nastąpił z chwilą przejęcia tych szkół w 1949 r. przez NOT. Zostały zorganizowane szkoły w Białymstoku, Wrocławiu, Katowicach i Radomiu. W stadium organizacji są szkoły w Łodzi, Krakowie i Poznaniu, w projekcie — szkoła w Lublinie.

Jedną z podstawowych spraw przy organizowaniu szkół inżynierskich jest kwestia właściwego programu dla tych szkół. Ze względu na to, że liczba godzin wykładowych w szkołach wieczorowych wynosi ok. 60% liczby godzin w szkołach dziennych, programy nie mogą być identyczne, jeśli czas nauki ma być jednakowy i wynosić trzy lata.

Przy ustalaniu programów szkół wieczorowych należało wyzyskać fakt posiadania wiedzy fachowej przez studentów, którzy muszą mieć co najmniej 2—3-letnią praktykę w obranym zawodzie przed wstąpieniem do szkoły, a w czasie studiów powinni również w tym zawodzie pracować.

Wiadomościom fachowym, posiadanym przez studentów szkół wieczorowych, należy dać odpowiednią podbudowę teoretyczną, uporządkować te wiadomości i rozszerzyć ich zakres do poziomu inżynierskiego.

Aby osiągnąć postawiony cel, należało zwęzić programy do zakresu ścisłej specjalizacji, pozostawiając zakres przedmiotów ogólno-technicznych na poziomie szkoły dziennej. Z innych specjalności poza wybraną przez słuchacza powinien on otrzymać tylko wiadomości encyklopedyczne.

W dziennych szkołach inżynierskich czas trwania wykładów przy 3-letnim okresie studiów wynosi ok. 3300 godzin. Analiza wykładanych przedmiotów wykazuje, że na przedmioty podstawowe i ogólno-techniczne przeznacza się ok. 40% godzin wykładowych, tj. ok. 1300 godzin, resztę tj. ok. 2000 godzin przeznacza się na przedmioty fachowe.

W szkołach wieczorowych ogólna liczba godzin nauki przy 3-letnim okresie trwania studiów wynosi ok. 2200 godzin. Kierując się zasadą dania słuchaczom poważnych podstaw teoretycznych dla ugruntowania wiedzy fachowej, musimy przeznaczyć w szkołach wieczorowych również ok. 1300 godzin nauki na przedmioty podstawowe i ogólno-techniczne. Resztę, tj. ok. 900 godzin, należy przeznaczyć na wykłady fachowe, uzupełniające posiadaną przez studenta wiedzę i doświadczenie praktyczne do poziomu inżynierskiego w wąskim zakresie obranej przez niego specjalności.

Opierając się na powyższych zasadach opracowano programy nauk dla szkół wieczorowych, odmienne od programów szkół dziennych i przewidujące bardzo wąską specjalizację. Program wydziałów elektrycznych przewiduje podział tej gałęzi wiedzy na razie na 17 wąskich specjalności, wyszczególnionych w załączonym wykazie. Zgrupowano je w dwu oddziałach: I) energetycznym i II) telekomunikacyjnym.

O d d z i a ł e n e r g e t y c z n y dzieli się na 2 sekcje: a) eksploatacyjną i budowlano-montażową i b) konstrukcyjną. S e k c j a e k s p l o a t a c y j n a i budowlano-montażowa obejmuje zakres prac, dotyczących zarówno eksploatacji poszczególnych urządzeń, np. elektrowni, zelektryfikowanych fabryk, sieci elektrycznych itp., jak również ich budowy i montażu. Natomiast s e k c j a k o n s t r u k c y j n a obejmuje wyłącznie zakres prac, związanych z produkcją urządzeń elektrycznych różnego typu: maszyn, aparatów i przyrządów pomiarowych, urządzeń telekomunikacyjnych itp., użytkowanych w zakresie prac sekcji eksploatacyjnej. Przy dalszym rozwoju specjalizacji może zajść w przyszłości potrzeba wydzielenia prac budowlano-montażowych w oddzielną sekcję.

Każda sekcja oddziału energetycznego dzieli się na 4 grupy specjalne. Jedną z bardzo ważnych grup sekcji eksploatacyjnej jest grupa ruchowo-energetyczna, gdyż w przemyśle odczuwa się poważny brak fachowców z tej dziedziny. Ze względu na charakter grupy podzielono ją na dwie specjalne podgrupy: a) elektro-energetyczną i b) przemysłową.

O d d z i a ł t e l e k o m u n i k a c y j n y został podzielony na trzy s e k c j e: a) r a d i o t e c h n i c z n ą, b) t e l e t e c h n i k i ł ą c z e n i o w e j i c) t e l e t r a n s m i s j i p r z e w o d o w e j. Sekcja radiotechniczna dzieli się na 4 grupy specjalnych studiów, a każda z obu pozostałych sekcji na dwie grupy.

Program nauk ułożono w ten sposób, że pierwszy rok studiów jest wspólny dla całego wydziału elektrycznego. Na 3-im semestrze jest jeszcze szereg przedmiotów ogólnokształcących wspólnych dla obu oddziałów, część jednak przedmiotów dotyczy już tylko poszczególnych oddziałów, lub nawet sekcji.

Poczynając od 4-go semestru rozpoczyna się coraz bardziej ścisły podział na grupy specjalne, który pogłębia się na dalszych semestrach. Wspólnymi na 5-ym i 6-ym semestrach są wykłady o charakterze ogólnym. Studiowanie języków obcych — również wspólne — przewiduje się tylko na czterech pierwszych semestrach.

Organizacja szkoły przy tak znacznej liczbie specjalnych grup wymaga odpowiednio dużej liczby profesorów i asystentów, odpowiedniej ilości niezbyt dużych pomieszczeń, w których mogłyby się odbywać wykłady i ćwiczenia dla poszczególnych grup.

Oprócz dziekana wydziału przewiduje się stanowiska kierowników oddziałów i kierowników sekcji. Poszczególne grupy studentów muszą pozostawać pod kierunkiem profesorów — opiekunów danej grupy, którymi powinni być z reguły profesorowie, wykładający w danej grupie jeden lub kilka podstawowych przedmiotów.

Ponieważ wieczorowe szkoły inżynierskie nie mogą być zorganizowane we wszystkich ośrodkach, w których znajdują się grupy techników, nadających się do podniesienia ich zawodowego wykształcenia na poziom inżynierski, wydaje się rzeczą słuszną i celową uruchomienie odpowiednich kursów korespondencyjnych. Dawałyby one możność nabycia wiedzy w obranej gałęzi nauki i przygotowania się do zdania egzaminu inżynierskiego. W celu uruchomienia takich kursów potrzeba dużo wysoko kwalifikowanych sił fachowych, potrzebne są specjalne podręczniki i odpowiednia organizacja. Dadzą one jednak możność dotarcia do tych grup pracujących fachowców-praktyków, do których nie może na razie dotrzeć wieczorowa szkoła.

Uzupełnieniem systemu szkolenia za pomocą kursów korespondencyjnych mogą być wykłady lub pogadanki nadawane przez radio.

W wyniku akcji wieczorowych szkół inżynierskich powstaną nowe kadry inżynierów praktyków, wielkie rzesze ludzi pracy otrzymają równy życiowy start z innymi, a dla realizacji 6-letniego planu rozwoju przemysłu i gospodarki narodowej przybędą znaczne ilości tak potrzebnej nowej inteligencji technicznej.

WYKAZ SPECJALNOŚCI NA WYDZ. ELEKTRYCZNYM SZKÓŁ INŻYNIERSKICH N. O. T.

I. Oddział Energetyczny.

A. Sekcja Eksploatacyjna i Budowlano-montażowa.

1. Grupa ruchowo-energetyczna (budowa i eksploatacja elektrowni i zelektryfikowanych fabryk):
   a) specjalność elektro-energetyczna,
   b) specjalność przemysłowa.
2. Grupa sieciowa (budowa i eksploatacja sieci wysokiego i niskiego napięcia).
3. Grupa instalacyjna (instalacje siły i światła).
4. Grupa trakcyjna (budowa i eksploatacja urządzeń trakcji elektrycznej).

B. Sekcja Konstrukcyjna.

1. Grupa maszynowa (budowa prądnic, silników, transformatorów itp.).
2. Grupa aparatowa (budowa aparatury wysokiego i niskiego napięcia).
3. Grupa techniki oświetleniowej i sprzętu instalacyjnego (produkcja żarówek, sprzętu instalacyjnego itp.).
4. Grupa aparatury precyzyjnej (pomiarowej, przekaźnikowej, licznikowej itp.).

II. Oddział Telekomunikacyjny.

A. Sekcja Radiotechniczna.

1. Grupa urządzeń nadawczych i energetyka prądów szybkozmiennych (budowa i eksploatacja nadajników i zastosowanie prądów szybkozmiennych do celów przemysłowych).
2. Grupa urządzeń odbiorczych i radiolokacji (budowa i eksploatacja odbiorników).
3. Grupa techniki fal krótkich (budowa i eksploatacja urządzeń, wytwarzających krótkie fale).
4. Grupa wytwórczości sprzętu radiotechnicznego (produkcja drobnego sprzętu radiotechnicznego).

B. Sekcja Teletechniki Łączeniowej.

1. Grupa telefonii i telegrafii (budowa i eksploatacja urządzeń telefoniczno-telegraficznych).
2. Grupa sygnalizacji ogólnej i kolejowej (budowa i eksploatacja urządzen sygnalizacyjnych).

C. Sekcja Teletransmisji Przewodowej.

1. Grupa urządzeń teletransmisji i linii teletechnicznych (budowa i eksploatacja urządzeń teletransmisyjnych, kable, przewody).
2. Grupa radiofonii przewodowej (budowa i eksploatacja urządzeń radiofonii przewodowej).

Sprawozdanie z XV Walnego Zgromadzenia SEP

Warszawa 9-11 września 1949 r.*)

1. Otwarcie Walnego Zgromadzenia

Otwarcia jubileuszowego XV Walnego Zgromadzenia SEP dokonał prezes Stowarzyszenia kol. Stanisław Ignatowicz. Do prezydium powołano kolegów:

J. Latoura, prezesa Oddz. Warszawskiego, przewodniczącego komisji organizacyjnej zjazdu,

S. Andrzejewskiego, prezesa Oddziału Zagłębia Węglowego,

L. Staniewicza, członka honorowego SEP,

K. Morsztyna, przodownika pracy, odznaczonego orderem „Sztandaru Pracy", dyr. Biura maszyn elektrycznych,

S. Witkosia, przodownika pracy, odznaczonego orderem „Sztandaru Pracy", technika urzędu telekomunikacyjnego w Warszawie,

J. L. Jakubowskiego, dziekana wydz. elektrycznego Politechniki Warszawskiej,

S. Szpora, prof. Politechniki Gdańskiej.

Prezes wita przybyłych na walne zgromadzenie: Ministra Górnictwa i Energetyki Romana Nieszporka, Ministra Przemysłu Spożywczego i prezesa NOT inż. Bolesława Rumińskiego, Ministra Komunikacji inż. Jana Rabanowskiego, Wiceministra Komunikacji inż. Zygm. Balickiego, Wiceministra Poczt i Telegrafów Zenona Lipińskiego, Wiceministra Przemysłu Lekkiego inż. Henryka Golańskiego, przedstawicieli urzędów i instytucji państwowych, przedstawicieli nauki z rektorem Politechniki Warszawskiej prof. E. Warchałowskim na czele, przedstawicieli Centralnego Komitetu PZPR, delegatów bratnich organizacji czechosłowackich — Elektrotechnickego Svazu Ceskoslovenskego inż. Elicera i Stowarzyszenia S. I. A. inż. Sajdy, przedstawicieli Centralnej Rady Związków Zawodowych i poszczególnych związków, sekretarza generalnego Polskiego Komitetu Normalizacyjnego inż. J. Oderfelda, przedstawicieli m. Warszawy, przedstawicieli bratnich organizacji zrzeszonych w NOT, przedstawicieli prasy oraz wszystkich przybyłych na zjazd kolegów — członków SEP.

*) Niniejsze sprawozdanie z jubileuszowego Walnego Zgromadzenia SEP we wrześniu r. ub. dojdzie do rąk czytelników z przyczyn od redakcji niezależnych z dużym opóźnieniem. Ważnym sprawom (np. zagadnieniu kadr), które były omawiane na tym Zgromadzeniu, a które od tego czasu doznały znacznego pogłębienia w związku z pracami Plenum PZPR, będzie poświęcony w PE osobny artykuł. (Przyp. red.).

2. Przemówienia gości i nadesłane życzenia

Pismo Wiceprezesa Rady Ministrów H. MINCA, przewodniczącego PKPG

„Nie mogąc wobec pilnych spraw urzędowych wziąć udziału w obradach, przesyłam tą drogą elektrykom polskim gratulacje z okazji trzydziestoletniego jubileuszu Stowarzyszenia, życząc im jednocześnie dalszej owocnej pracy w służbie Polski Ludowej.

Elektrycy polscy wnieśli już poważny wkład w odbudowę kraju i wykonanie trzyletniego planu. Plan 6-letni stawia przed masami pracującymi Polski nowe wspaniałe perspektywy rozwoju gospodarczego. Realizacja ich wymaga wzmożonej aktywności również ze strony inżynierów i techników polskich, torujących drogę wszechstronnemu postępowi technicznemu we wszystkich dziedzinach gospodarki narodowej.

W walce o ten postęp na elektryków polskich z samego charakteru ich specjalności spada obowiązek kroczenia w pierwszym szeregu. Rozwój gospodarczy kraju w planie sześcioletnim jest bowiem w pierwszym rzędzie związany nierozerwalnie z szeroką elektryfikacją kraju.

Wierzę, że elektrycy polscy i ich Stowarzyszenie spełnią ciążący na nich zaszczytny obowiązek".

Przemówienie Ministra Górnictwa i Energetyki R. NIESZPORKA

Obywatele inżynierowie i technicy, witam XV Walne Zgromadzenie Stowarzyszenia Elektryków Polskich i życzę mu owocnych obrad.

Zjazd wasz obradować będzie w chwili, kiedy cały naród polski wytęża swoje siły w walce o przedterminowe wykonanie planu trzyletniego, w chwili gdy na tapecie jest opracowanie gigantycznego 6-letniego planu rozwoju i przebudowy gospodarczej Polski — planu, który zbuduje zręby socjalizmu w naszej Ojczyźnie.

W okresie 6 lat podwoić musimy produkcję elektroenergii w naszym kraju, opanować produkcję dużych maszyn elektrycznych wirujących i aparatów dużej mocy, udostępnić chcemy radio i telefon najszerszym kręgom mas pracujących.

Musimy dobrze zaprojektować i na czas wykonać szereg olbrzymich inwestycji, które swoim rozmachem daleko przekraczają wszystko to, co wykonali inżynierowie i technicy w naszym kraju przed wojną.

Stąd wniosek, że najważniejszym zadaniem, jakie stoi przed wami, jest jak najaktywniejszy i jak najbardziej sumienny udział w pracach związanych z opracowaniem planu 6-letniego, a następnie mobilizacja i praca do wykonania tego planu.

Nieustanna walka o przyśpieszenie tempa produkcji, o podnoszenie jej jakości, o oszczędność w gospodarce, śmiałe wdrażanie postępowej myśli technicznej, nowy socjalistyczny stosunek do tego, co tworzymy — oto są elementy, bez których nie do pomyślenia jest wykonanie zadań stojących przed wami.

Entuzjazm klasy robotniczej i jego najwspanialsze dzieło — współzawodnictwo pracy — daje w ręce inteligencji technicznej potężny, dotąd nieznany jej czynnik współdziałania, który w każdej dziedzinie daje rewelacyjne rezultaty.

Nie tak dawno mieliśmy Pstrowskiego jedynie w górnictwie węglowym, obecnie mamy dziesiątki i setki czołowych współzawodników nie tylko w górnictwie, lecz i w budownictwie, we włókiennictwie, w energetyce itd.

Niektórzy technicy i inżynierowie mylnie sądzili, że ruch współzawodnictwa jest ruchem zrodzonym i obejmującym tylko klasę robotniczą i że technik i inżynier nie ma tu nic do zrobienia. Stanowisko takie było niesłuszne i niegodne polskiego inżyniera i technika. To też zostało przez ogół inteligencji odrzucone.

Inżynier, technik, majster mają kluczowy, często decydujący udział w walce klasy robotniczej o tempo produkcji, o jej jakość, o nowe metody pracy.

Inicjatywa technika i inżyniera w ruchu współzawodnictwa daje wspaniałe rezultaty, których przykładem mogą być nowe metody stosowane obecnie w budownictwie. Inżynier i technik pouczając racjonalizatora jednocześnie uczy się sam, uzupełniając wiadomości uzyskane doświadczeniem długoletniej pracy.

Stowarzyszenie Elektryków Polskich, które przed wojną było organizacją elitarną inteligencji technicznej i zazdrośnie strzegło swoich zawodowych tajemnic i przywilejów, przeprowadziło dużą pracę w sensie przebudowy psychiki i sposobu myślenia swoich członków.

Przekonany jestem, że Stowarzyszenie Elektryków Polskich po dokonanym w nim przełomie ideowo-społecznym odegra bardzo ważną rolę w sensie pogłębienia znajomości fachowych, poszerzenia horyzontów myślowych swoich członków i wychowania licznych zastępów inżynierów i techników nowatorów, niestrudzonych bojowników o postęp oraz nowe metody pracy w nowej socjalistycznej rzeczywistości.

Przekonany jestem, że również i ta część inteligencji technicznej, którą reprezentuje SEP, w pełnej świadomości ogromu zadań, jakie stoją przed nią, bez zastrzeżeń włączy się w nurt budowy i pracy i odda wszystkie swoje umiejętności i siły, by ręka w rękę z polską klasą robotniczą tworzyć nową Ojczyznę — Polskę Socjalistyczną.

Depesza Ministra Poczt i Telegrafów W. SZYMANOWSKIEGO

Z okazji jubileuszu SEP życzę serdecznie waszemu Stowarzyszeniu czynnego i owocnego udziału w wykonaniu planu 6-letniego oraz dalszego pomyślnego rozwoju waszych prac dla dobra polskiej elektrotechniki i dla rozkwitu gospodarczego Polski Ludowej.

Przemówienie prezesa N. O. T. inż. B. RUMIŃSKIEGO

Koledzy! Przypadł mi w udziale zaszczyt witać jubileuszowy zjazd SEPu w imieniu organizacji, która postawiła sobie za cel koordynację działalności stowarzyszeń technicznych, krzewienie i rozszerzanie zainteresowań dla zagadnień techniki oraz służenie ze wszystkich sił odbudowie oraz rozbudowie Polski jako państwa demokracji ludowej.

NOT czuje się szczególnie mocno i serdecznie powiązanym z SEPem, jako organizacją, której doświadczenie i dorobek nie pozostały bez wpływu na dzisiejszy charakter i oblicze stowarzyszeń technicznych.

Już w pierwszym okresie swej działalności SEP było poważną organizacją, która przez ścisłe powiązanie się z pracą naukowo-techniczną, a szczególnie w dziedzinie normalizacji, słownictwa elektrotechnicznego, szkolnictwa, wydawnictw technicznych itp., skupiała w swych szeregach najwybitniejszych inżynierów i techników polskiej energetyki, teletechniki i elektrotechniki. Duży kontakt SEPu z profesorami i ludźmi nauki, masowy udział członków SEPu w pracach o charakterze ogólno-państwowym, bezpośrednie powiązanie z przemysłem i szkolnictwem nadawały SEPowi charakter organizacji o szerokim zasięgu państwowym i społecznym.

Pracy SEPu o tym charakterze nie przerwały nawet lata okupacji hitlerowskiej, czego dowodem może być zarówno kontynuowanie prac przepisowych i normalizacyjnych, jak i opracowanie projektu 15-letniego planu elektryfikacji Polski z granicami na Odrze i Nysie.

Również po wojnie Stowarzyszenie Elektryków Polskich jako jedno z pierwszych stowarzyszeń technicznych podjęło prace normalizacyjne, wydawnicze, wzięło czynny udział w organizowaniu NOTu, w opracowywaniu branżowych planów technicznych i gospodarczych oraz podjęło kampanię w dziedzinie współzawodnictwa pracy.

Dlatego też, nawiązując do minionych doświadczeń i dorobku, na tle nowego radosnego okresu planu 6-letniego, chcę życzyć Wam jak najpomyślniejszych obrad.

NOT powstała przed kilku laty, jako wyraz zdeklarowanych poglądów na nowe stosunki społeczne i walki o „branżowy" charakter stowarzyszeń technicznych. Wal-

ka ta odbywa się oczywiście na daleko szerszej płaszczyźnie, a mianowicie toczy się: 1) o zbliżenie inteligencji technicznej do klasy robotniczej, 2) o aktywny udział inteligencji w odbudowie kraju, 3) o podniesienie świadomości politycznej inteligencji.

Rytm wspólnej pracy z masami ludowymi, jasny program odbudowy, ofiarna, oddana i entuzjastyczna praca klasy robotniczej i jej przywódców dla dobra całego kraju zespalają coraz bardziej inteligencję techniczną z klasą robotniczą. Inteligencja rozumie, że jej miejsce jest u boku tej klasy, której dynamika społeczna pozwala na szybką rozbudowę sił wytwórczych i rozwój całego narodu. To zbliżenie z klasą robotniczą pogłębi się i rozszerzy jeszcze bardziej, jak wyrastać zaczną nowe dziesiątki tysięcy inżynierów i techników pochodzenia robotniczo-chłopskiego, rozumiejące politykę ludową i będące całkowicie związane z ludem.

O tym pamiętać muszą wszystkie stowarzyszenia techniczne, w tym kierunku układać swą pracę i maszerować razem z masą swych członków starych i nowych.

Stowarzyszenia techniczne muszą jeszcze bardziej wiązać się ze związkami zawodowymi, muszą jeszcze bardziej przesuwać swą działalność w kierunku warsztatów pracy, aby stać bliżej człowieka, bliżej życia — to wydaje się bezsporne i obowiązujące wszystkich.

Z tego, co powiedziałem, wynika, że aktywność inteligencji technicznej musi rosnąć w niesłychanym tempie. *Aktywny udział inteligencji technicznej w odbudowie kraju podnosi się jak szybkościowiec z godziny na godzinę.* Opracowywanie planów gospodarczych, racjonalizacja, wynalazczość, współzawodnictwo, normalizacja, szkolenie i walka o przedterminowe wykonanie planu gospodarczego — to dopiero początek tego wielkiego programu, który stale się powiększa. Włączamy się do tego programu nie tylko przez warsztaty pracy, ale przez zorganizowany udział stowarzyszeń technicznych. Z naszej inicjatywy, przy naszym udziale powstają Państwowe Wydawnictwa Techniczne, z naszych kadr i z naszego doświadczenia rozbudowuje się PKN, w naszych ramach organizacyjnych powstają politechniki wieczorowe, rozszerza się planowa budowa Domów Technika, planowa akcja odczytów itp.

Powiązać te akcje jak najszybciej w jeden zorganizowany nurt, powiązać razem z wielkim nurtem idącym od klasy robotniczej, z gigantycznym wysiłkiem związków zawodowych, partii i całego Narodu, — oto drugie zadanie, które stoi przed każdym stowarzyszeniem technicznym i całą inteligencją techniczną.

Wreszcie *ostatnie zadanie* — to *podniesienie świadomości politycznej inteligencji.*

Mówiąc o inteligencji technicznej, myśląc o szerokich kołach inżynierów, techników, biorących udział od samego zarania w odbudowie kraju, mówimy i myślimy często o tzw. apolitycznej inteligencji, to znaczy nie będącej organizacyjnie powiązaną z szeregami partii. Wydaje się, że pogląd taki jest anachronizmem i wymaga wyjaśnienia. Być apolitycznym w warunkach społeczeństwa kapitalistycznego znaczyło uznawać bezkrytycznie dane warunki, a więc uznawać kapitalistyczne społeczeństwo klasowe, uznawać niesprawiedliwe formy ustrojowe za właściwe i sprawiedliwe, to znaczy świadomie lub nieświadomie popierać, przedłużać i umacniać ich istnienie, to znaczy w warunkach ginącego kapitalizmu działać reakcyjnie.

Inaczej jest dziś.

Inżynier, który nie będąc sam przekonanym demokratą, oddaje swą wiedzę i pracę bez zastrzeżeń i uczciwie odbudowie naszego kraju i rozbudowie uspołecznionego przemysłu, popiera tym samym plan 3-letni, podstawę polityki władzy ludowej, a więc popiera umocnienie tej władzy i działa przez to obiektywnie politycznie w duchu postępu i demokracji.

Doniosłość tego postępowego obiektywnego działania, tej nowej społecznej funkcji inteligencji w ustroju demokracji ludowej powinna być zrozumiana należycie przez stowarzyszenia techniczne. Powinna być zrozumiana i szeroko propagowana wśród całej inteligencji, gdyż w ten sposób rozszerzamy i pomnażamy wielokrotnie te cechy i działalność inteligencji, gdyż dopiero wtedy kształtujemy i przekształcamy definitywnie stare kadry w nowe postępowe kadry typu inteligencji ludowej.

Jest szczęściem polskiego inżyniera, szczęściem nas wszystkich, że przypadło nam w udziale budować nowego człowieka techniki, nowy typ inteligencji technicznej, która wespół z przodownikami pracy i całą klasą robotniczą decydować będzie o przyszłości naszego ustroju, o realizacji ustroju Socjalizmu.

Jest szczęściem polskiego inżyniera, że pracując nad realizacją planu 3-letniego i przystępując do planu 6-letniego, do rozbudowy nowego przemysłu, buduje i umacnia światowe siły pokoju reprezentowane przez wszystkich ludzi postępu i państwa demokracji ludowej ze Związkiem Radzieckim na czele.

Koledzy! Na tych zasadach i przekonaniach Naczelna Organizacja Techniczna oparła swą działalność i wiarę w dalsze powodzenie. Oparliśmy swe przekonanie m. inn. na wspaniałym dorobku naszej techniki i naszych techników, na ich twórczej działalności i dorobku, w którym znajduje się również wielki wkład Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

Myślę, że Naczelna Organizacja Techniczna, witając wasz zjazd i życząc wam jak najpomyśniejszych obrad, może mieć niezłomne przekonanie, że dalsza praca i działalność SEPu będzie, jak dotąd, przykładem ofiarnej pracy społecznej w służbie Techniki dla umacniania zrębów Socjalizmu.

NOT, jako naczelna reprezentacja całej inteligencji technicznej, wzywa wszystkich członków SEPu, wszystkich pracowników instytutów naukowo-technicznych i biur konstrukcyjnych, wszystkich inżynierów, techników i majstrów z zakładów wytwórczych i usługowych do jak największej mobilizacji swych sił wokół urzeczywistnienia programu ujętego planami gospodarczymi, do wciągnięcia wszystkich jeszcze obojętych i opieszałych w szeregi walczących o lepsze jutro Polski.

Niech żyje SEP! Niech żyje nowa wspaniała przyszłość Polskiej Techniki! Niech żyje Socjalizm!

Przemówienie delegata czechosłowackiego inż. SAJDY (streszczenie)

W imieniu stowarzyszenia inżynierów i techników czechosłowackich SIA mam zaszczyt przekazać wam pozdrowienia i życzenia owocnych obrad waszemu Walnemu Zgromadzeniu. Życzę wam, ażeby prace przy budowaniu waszego życia były uwieńczone powodzeniem. Miałem możność widzieć Warszawę, jej bezprzykładne zniszczenia, kiedy byłem w Polsce w r. 1945. Obecnie widzę, w jak dużym stopniu odbudowaliście swoje piękne miasto, w jak niezwykle szybkim tempie posuwa się naprzód odbudowa i rozbudowa waszej stolicy.

Istnieje już współpraca inżynierów polskich z inżynierami czechosłowackimi. Zagadnienie ma inne jeszcze oblicze — to współpraca demokracji ludowych między sobą, to współpraca ze Związkiem Radzieckim. Związek inżynierów czeskich, jako organizacja o podobnych zadaniach jak SEP, pracował nad stworzeniem socjalizmu i w sprawach technicznych kierował się linią demokratyczną.

Wyrażam podziękowanie obywatelowi ministrowi Rumińskiemu, który okazał nam wiele pomocy w sprawach zbliżenia inteligencji technicznej polskiej i czeskiej.

Współpraca nasza jest znana na terenie międzynarodowym. Współpraca nasza prowadzi do upowszechnienia pokoju, do prac na polu energii atomowej, do zapobieżenia zniszczeniom tam, gdzie ma być odbudowa. Nasze ziemie pragną socjalizmu. My czechosłowaccy elektrycy uważamy granicę polską na Odrze i Nysie za swoją granicę i będziemy jej bronić razem z polskimi żołnierzami.

Niech żyje i kwitnie polska socjalistyczna republika, niech żyje przyjaźń i współpraca polsko-czechosłowacka, niech żyje Związek Radziecki i Generalissimus Stalin!

Dalsze przemówienia gości i nadesłane życzenia

Dalsze przemówienia powitalne wygłosili: inż. Elicer w imieniu czechosłowackiego stowarzyszenia elektryków — E. S. C., inż. W. Szenes w imieniu Stowarzyszenia Inżynierów i Techników oraz Elektryków Węgierskich, rektor prof. E. Warchałowski w imieniu Politechniki Warszawskiej, inż. J. Oderfeld w imieniu Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

Dalsze depesze z życzeniami wpłynęły od Stowarzyszenia Elektryków Bułgarskich, od Stowarzyszenia Inżynierów Rumuńskich, od rektora Politechniki Śląskiej, od rektora Politechniki Łódzkiej, od Akademii Górniczej, od Centralnej Rady Związków Zawodowych, od prezydium Związku Zawodowego Metalowców, od Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego, od Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Włókienniczego, od Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa, od Szkoły Inżynierskiej w Poznaniu, od I Wiceprezesa SEP prof. W. Szumilina, od inż. Rosnowskiego.

3. Oświadczenia Walnego Zgromadzenia uchwalone jednomyślnie

Do Prezydenta Rzeczypospolitej Ob. Bolesława Bieruta

Drogi Obywatelu Prezydencie!

My, inżynierowie i technicy energetyki, przemysłu elektrotechnicznego i telekomunikacji, obradując w murach bohaterskiej Warszawy w dniu 30-lecia istnienia naszego Stowarzyszenia, składamy na Twoje ręce słowa gorącego podziękowania Rządowi i Władzom Ludowym za te warunki zaszczytnej pracy twórczej, które Demokracja Ludowa stworzyła dla polskiej inteligencji technicznej.

Odeszły w niepamięć haniebne czasy, gdy postęp techniczny był w ręku kapitalistów narzędziem ujarzmienia kraju i eksploatacji człowieka pracy. Walcząc wspólnie z klasą robotniczą o nowy ustrój społeczny, zdajemy sobie w pełni sprawę z tego, że nasza praca to realny wkład w zwycięską walkę o utrwalenie pokoju światowego.

Pracując nad tworzeniem i realizacją planów gospodarczego i technicznego rozwoju Polski, przeciwstawiamy się z całą energią wszelkim próbom rozbicia jedności narodu polskiego, rozbicia, do którego bezskutecznie usiłują doprowadzić podżegacze wojenni — agenci międzynarodowego imperializmu.

Zjednoczeni niezłomną wolą umocnienia niepodległości Polski, utrwalenia pokoju międzynarodowego, podniesienia siły i kultury narodu polskiego, ślubujemy Tobie, Obywatelu Prezydencie, nie szczędzić sił w wypełnianiu wielkich zadań planu 6-letniego.

Do Przewodniczącego P. K. P. G. Wicepremiera Ob. Hilarego Minca

XV Jubileuszowe Walne Zgromadzenie Stowarzyszenia Elektryków Polskich, zwołane w odbudowującej się stolicy z okazji 30-lecia istnienia Stowarzyszenia, składa na Twoje ręce, Obywatelu Wicepremierze, przyrzeczenie skupienia wszystkich sił inżynierów i techników energetyki, przemysłu elektrotechnicznego i telekomunikacji do realizacji wielkich zadań planu 6-letniego.

Kontynuując chlubne tradycje naszego Stowarzyszenia w pracy nad szerzeniem przodującej myśli technicznej w Polsce, zwalczając w swoich szeregach resztki zawodowej ekskluzywności, będziemy coraz szerzej i ściślej współpracować z klasą robotniczą w rozszerzaniu ruchu racjonalizatorskiego, ruchu współzawodnictwa pracy i szkolenia naszych kadr dla gospodarki narodowej Polski Ludowej.

Zapewniamy Cię, iż ogół elektryków polskich widzi we wspaniałych sukcesach w realizacji planu 3-letniego energetyki, przemysłu elektrotechnicznego i telekomunikacji rękojmię wypełnienia każdego zadania planu 6-letniego, które zostanie nam powierzone.

W realizacji planu 6-letniego członkowie SEP widzą jasno drogę umocnienia gospodarczej i politycznej suwerenności Polski Ludowej, umocnienia pokoju międzynarodowego i zbudowania socjalistycznego ustroju w Polsce.

4. Powołanie komisji zjazdowych, uchwalenie regulaminu Komisji Wnioskowej, sprawozdanie Sekretarza Generalnego, odczyt prezydialny

A. Powołanie komisji zjazdowych

Powołano następujące komisje:

a) Komisję regulaminową w składzie: kol. Witwiński (przewodniczący) oraz koledzy Malecki i Drobot,

b) Komisję wnioskową w składzie: kol. Żarnecki (przewodniczący) i koledzy Minorski, Konwerska, Zienkowski.

Do kierowania obradami technicznymi nad zgłoszonymi referatami zjazdowymi wybrano trzech przewodniczących:

a) Komisja Energetyczna — kol. Kożuchowski,

b) Komisja Przemysłowa — kol. Morsztyn,

c) Komisja Telekomunikacyjna — kol. Szulkin.

B. Przyjęcie regulaminu Komisji Wnioskowej

Po wysłuchaniu referatu kol. B. Witwińskiego przyjęto następujący tekst regulaminu:

REGULAMIN KOMISJI WNIOSKOWEJ I POSTĘPOWANIA PRZY UCHWALANIU WNIOSKÓW NA WALNYCH ZGROMADZENIACH SEP.

1. Regulamin niniejszy ma na celu uporządkowanie uchwalania wniosków przez Walne Zgromadzenie SEP-u i usprawnienie tą drogą obrad.

2. Wszystkie wnioski zgłoszone na plenum Walnego Zgromadzenia oprócz formalnych i kurtuazyjnych winny być przekazane do Komisji Wnioskowej dla rozważenia.

3. Komisja Wnioskowa zostaje wybrana przez Walne Zgromadzenie w składzie 5 osób spośród uczestników zgromadzenia, przy czym oddzielnie zostaje wybrany przewodniczący. Pożądany jest udział w Komisji Wnioskowej kolegów o różnych specjalnościach zawodowych.

4. Wszystkie wnioski winny być zgłaszane do Prezydium Zgromadzenia czytelnie napisane i podpisane przez autora. Wnioski zbiorowe przyjęte na zebraniach komisji, o ile mają być przedłożone na Walne Zgromadzenie do głosowania jako wnioski tegoż, podlegają tym samym przepisom, co wnioski indywidualne. Podpisane winny być wówczas przez przewodniczącego zgłaszającej komisji.

5. Komisja odbywa swe zebrania w takich terminach, aby przygotować swe propozycje na czas, gdy na porządku dziennym znajdzie się dyskusja nad wnioskami i ich głosowanie.

6. Komisja Wnioskowa powinna obradować w składzie przewodniczącego i co najmniej dwóch członków.

7. Komisja Wnioskowa bada wnioski pod względem merytorycznym i stylistycznym.

8. Poprawki stylistyczne Komisja Wnioskowa może wprowadzać do wniosków bez porozumienia się z autorem.

9. Celem badania merytorycznego wniosków jest:

a) zgrupowanie razem wniosków o temacie zbliżonym,

b) połączenie razem wniosków o treści identycznej,

c) wydzielenie wniosków zawierających omyłkę faktyczną lub nieporozumienie (np. wzywanie do jakiejś czynności instytucji nieistniejącej lub niekompetentnej, zalecanie do wykonania tego, co już jest wykonane),

d) wydzielenie wniosków, które wymagają specjalnego badania w celu przekonania się o słuszności tezy (np. zalecenie stosowania określonej konstrukcji w budowie aparatów wysokiego napięcia).

10. Komisja Wnioskowa winna w wypadku badania wymienionego w p. 9 porozumieć się z ich autorami celem uzgodnienia i ew. wprowadzenia poprawek. W razie

trudności spotkania się z autorem wniosku Komisja Wnioskowa może tego zaniechać.

11. Jeżeli nie nastąpiło uzgodnienie co do treści wniosku, Komisja Wnioskowa nie może z własnej inicjatywy zmienić go, winna zatem postąpić z wnioskiem w myśl §§ 13 i 16.

12. W ramach odpowiedniego punktu porządku obrad Walnego Zgromadzenia przewodniczący Komisji Wnioskowej składa sprawozdanie Zgromadzeniu z prac Komisji i stawia odpowiednie propozycje.

13. Komisja wnioskowa może w swym sprawozdaniu:

a) zalecić do głosowania pewne wnioski w stanie niezmienionym lub ze zmianami stylistycznymi, również zalecić do głosowania pewne wnioski pochodzące ze scalenia innych; wówczas przewodniczący zgromadzenia winien poddać dane wnioski dyskusji i głosowaniu;

b) nie zalecić do głosowania pewnych wniosków ze względów wymienionych w p-cie 9; wówczas przewodniczący zgromadzenia poddaje pod dyskusję i głosowanie zagadnienie, czy dany wniosek poddawać rozważaniu na Walnym Zgromadzeniu i w dalszym ciągu postępuje według opinii Walnego Zgromadzenia.

14. Przewodniczący Komisji Wnioskowej winien w swym sprawozdaniu zawsze odczytywać omawiane wnioski w ostatecznej formie, niezależnie od tego, czy zaleca je do głosowania, czy też nie.

15. W celu usprawnienia dyskusji przewodniczący Walnego Zgromadzenia ma prawo przy dyskusji wniosków stosować zasadę jednego głosu za i jednego głosu przeciw. Wówczas zainteresowany autor wniosku ma prawo pierwszeństwa otrzymania głosu w przemawianiu za.

16. Komisja Wnioskowa winna zaproponować odnośnie wniosku nie zalecanego do głosowania:

a) przekazanie go do Zarządu Głównego SEP jako opinię (dezyderat) wyrażoną na zgromadzeniu do dalszego wykorzystania lub

b) przejście nad wnioskiem do porządku dziennego bez rozpatrzenia go.

17. O ile w czasie debaty nad propozycjami Komisji Wnioskowej i nad wnioskami zostanie zgłoszona poprawka, wówczas całość wniosku powinna być poddana jeszcze raz zbadaniu przez Komisję Wnioskową, chyba, że przewodniczący jej wyrazi zgodę na poprawkę.

18. Do obowiązków przewodniczącego Komisji Wnioskowej należy czuwanie nad bezbłędnym umieszczeniem wniosków w protokóle Walnego Zgromadzenia.

C. Sprawozdanie Sekretarza Generalnego SEP

Kol. Pląskowski, Sekretarz Generalny SEP, odczytuje w skrócie sprawozdanie z działalności SEP za okres od grudnia 1947 r., do kwietnia 1949 r., ogłoszone w całości w PE, 1949, z. 7/8, str. 216—229.

D. Odczyt prezydialny

Kol. Prezes wygłasza swój odczyt prezydialny pod tyt. „30-lecie istnienia Stowarzyszenia Elektryków Polskich“ *).

*) Tekst odczytu jest zamieszczony w niniejszym zeszycie na str. 2-5 (Przyp. red.)

5. Dyskusja (w wyjątkach) nad referatami wygłoszonymi na posiedzeniach plenarnych (9 i 11 września)

Referat inż. H. Golańskiego pod tyt. O zadaniach inteligencji technicznej w planie sześcioletnim*)

Kol. Jakubowski J. L.

Z realizacją planu 6-letniego łączy się zagadnienie kadr technicznych. Czynniki kierownicze w dziedzinie gospodarki narodowej uzgadniają plan 6-letni z planem pracy. Nasze kadry techniczne są szczupłe i dla wykonania planu muszą być wykorzystane w 100%.

W dziedzinie kadr właśnie SEP jako organizacja społeczna, pracująca na terenie elektrotechniki, ma przed sobą zadanie wielkiej wagi. Zadaniem tym jest zwiększenie i polepszenie poziomu kadr technicznych. SEP musi propagować wśród swoich członków akcję doskonalenia się, musi przeprowadzać propagandę nowych kierunków techniki i wyzyskania możliwości sił technicznych.

Zjazd Delegatów NOT, który odbył się przed kilku miesiącami, wyraźnie postawił sprawę konieczności wciągnięcia inżynierów i techników do wielkiego ruchu racjonalizatorstwa, współzawodnictwa pracy i wynalazczości. Dotychczas raczej robotnik, nie mający odpowiedniego przygotowania fachowego, wprowadzał pomysły nowatorskie, a inżynier, który się kształcił w tym kierunku, często pozostawał bierny.

Możliwości, które tkwią w inżynierach i technikach, nie są wyzyskane. Świat inteligencji technicznej musi być wykorzystany i musi przystąpić czynnie do racjonalizatorstwa.

GIEl podejmuje obecnie wcielenie w życie nowej zespołowej metody racjonalizatorstwa. Chce się umówić z fabryką i pracownikami i opracowywać usprawnienia wspólnie z tymi ludźmi. Trzeba zerwać z przesądem, że nauka to coś odosobnionego, coś nie nadającego się do rozmowy z robotnikami.

W Zwiazku Radzieckim sprawy te sa postawione w sposób właściwy. Często się tam zdarza, że na katedrze politechniki przemawia robotnik, a przy warsztacie pracuje profesor politechniki. GIEl chce się łaczyć z przodownikami pracy i z racjonalizatorami i wspólnie przeprowadzać badania laboratoryjne.

Uważam, że powinniśmy wezwać nasz Zarząd, aby dał odpowiednie dyrektywy do Oddziałów SEP. Jako ważniejsze zadanie winno być postawione zagadnienie rozszerzania kadr techników i inżynierów, a zwłaszcza sprawa szkolenia członków SEPu i robotników, która nie jest jeszcze w Polsce należycie postawiona.

*) Tekst referatu ob. w PE, 1949, z. 9, str. 240—248.

Kol. Daab.

Polska inteligencja techniczna stanowi część składową polskiej klasy robotniczej, przoduje w dziedzinie nowej myśli technicznej i ma postawione przed sobą wielkie zadania do spełnienia przy realizacji naszego planu 6-letniego.

Jeżeliby SEP stworzył podstawowe komórki organizacyjne w zakładach pracy, to wniknąłby najgłębiej w potrzeby zakładów przemysłowych. Komórka organizacyjna terenowa winna się zaopiekować racjonalizatorami i przodującymi robotnikami i pomóc im w opracowywaniu usprawnień.

Jeżeli zwrócimy baczną uwagę na racjonalizatorstwo w naszych zakładach pracy, to obniżymy wydatki i czas pracy potrzebny na jednostkę produkowaną, wykonamy plan 6-letni w przyśpieszonym czasie, stworzymy szybciej realne podstawy do przejścia do ustroju socjalistycznego. To będzie dorobek wszystkich ludzi pracy Polski Ludowej.

Kol. Morsztyn.

Gdy jest mowa o inteligencji technicznej, zawsze przychodzi na myśl przykład szczupłości kadr, utrudniającej realizację naszych planów. Widzimy to na odcinku podniesienia awansu technicznego wśród kadr.

W Związku Radzieckim nie zostawia się bez opieki inżyniera, który wyszedł z ławy szkolnej. Wszyscy zdolniejsi inżynierowie są dalej powiązani z uczelnią, co ułatwia im zdobycie tytułu naukowego — kandydata nauk technicznych.

U nas corocznie przybywa bardzo mało doktorantów — zwłaszcza z zakresu elektrotechniki. Większa część prac doktorskich są to prace matematyczne, nie powiązane z naszą dziedziną. Większość naszych inżynierów jest oderwana od politechnik. Trzeba z tym skończyć. Konieczne jest stworzenie metody na wzór Związku Radzieckiego.

Drugą sprawą jest anachronizm pojęcia „partyjny“, „bezpartyjny“. Inżynierowie są zdania, że zagadnienia

marksizmu interesują tylko inżyniera partyjnego i są związane z polityką. Trzeba żeby inżynierowie nasi wiedzieli, że nie można nie znać praw rozwoju opartych o te zagadnienia.

SEP powinien pomóc inżynierom w nabyciu wiedzy o rzeczach żywych, wskazać im jakie zagadnienia są ważne, żeby potrafili stosować dialektykę nie tylko w zagadnieniach politycznych, ale i w technicznych. Wtedy nasi inżynierowie łatwiej nawiążą kontakt z klasą robotniczą.

Jeżeli inżynier przyswoi sobie dialektyczną metodę myślenia, to będziemy wiedzieć, że nauka musi się rozwijać w powiązaniu z życiem, i wtedy zarówno inteligencja partyjna, jak i bezpartyjna będzie przekuta w trwałych budowniczych socjalistycznych w Polsce.

Kol. Przelaskowski.

W przemówieniu min. Golańskiego została poruszona zasadnicza sprawa przygotowania kadr, które są potrzebne do wykonania planu 6-letniego. W jaki sposób znajdziemy te kadry? Placówkami, któreby się tym zajęły, powinny być szkoły wieczorowe czy inne, mające za zadanie kształcenie kandydatów, udostępnienie im nauki.

Wieczorowa Szkoła Inżynierska ma za zadanie zdobycie tych kadr ludzi pracy, techników i mistrzów, którzy swą wieloletnią praca nabyli doświadczenia. W. S. I. istnieją w Warszawie i Gdyni, lecz mamy szereg trudności natury finansowej i organizacyjnej i są one przyczyną, że dynamika tych szkół nie jest taka, jaka być powinna.

Referat prof. J. L. Jakubowskiego pod tyt. Współpraca instytutów techniczno-naukowych z gospodarką narodową*)

Kol. Jakubowski.

Podane w drukowanym referacie elementy działania stwarzają z instytutów pierwszorzędne narzędzie postępu technicznego. Torowanie dróg tego postępu, czynna pomoc dla przemysłu przez opracowywanie nowych technologii, nowych koncepcji konstrukcyjnych i eksploatacyjnych — oto perspektywy stojące przed instytutami. Do spełnienia tych celów, wymagających zespołowego wysiłku pracowników naukowych, instytuty winny przystąpić jak najprędzej. Od drogi tej nie powinny one być odciągane przez wyręczanie przemysłu. Z praktyki wiemy, że często pracę naukową w instytucie dezorganizuje się przez odrywanie personelu do innych prac, bo naukowcy muszą jechać na ekspertyzy odbiorcze, a instytut stoi pustkami. Z tego względu jest rzeczą niezmiernej wagi ścisłe przestrzeganie rozdziału prac. Te definicje. które podałem w referacie, na taki rozdział pozwalają. Stawia się w ten sposób wyraźnie określony zakres obowiązków i odpowiedzialności.

Zagadnienie współpracy instytutów z gospodarka narodową jest to zagadnienie nie tylko nasze; w chwili bieżącej. W Związku Radzieckim ma ono za sobą kilkudziesięcioletnią historię. W Związku Radzieckim, gdzie nauka stoi, jak wiemy, niesłychanie wysoko, ciągle szuka się nowych dróg współpracy między nauką a przemysłem.

W ostatnim numerze czasopisma „Nowe Drogi" zamieszczone jest przemówienie profesora radzieckiego Wawiłowa p. t. „Zacieśnić więź pomiędzy nauką a gospodarką". Pozwolę sobie przeczytać szereg wyjątków z tego przemówienia, gdyż mogą one nam pomóc w naszej sytuacji i łatwiej znajdziemy drogi, którymi mamy kroczyć:

> „Charakterystyczna i zarazem podstawowa cecha nauki radzieckiej — to służenie i dopomaganie narodowi i państwu we wszystkich jego poczynaniach w kierunku podniesienia dobrobytu gospodarczego kraju, rozwoju kultury radzieckiej i wzmożenia obronności wojskowej. Po tej głównie linii poszła gruntowna zmiana charakteru rodzimej nauki po Wielkiej Listopadowej Rewolucji Socjalistycznej".

Wawiłow poświęca długi ustęp nauce przedwojennej i stwierdza, że metoda tej nauki polegała na oderwaniu od życia gospodarczego, co ostatecznie prowadziło do tego, że nauka ta nie miała skąd czerpać soków, była ograniczona pod względem ilościowym i jakościowym:

> „Przedrewolucyjna nauka rosyjska była niejednokrotnie „czystą nauką" w owym tragicznym sensie, iż chcąc nie chcąc zamykała się sama w sobie i nie przynosiła realnego pożytku życiu ani własnemu narodowi.
>
> Tej nieznośnej sytuacji w dziedzinie nauki położyła kres Wielka Listopadowa Rewolucja Socjalistyczna.
>
> Oprócz tradycyjnych form łączności nauki z przemysłem, takich jak np. wykłady, referaty dla personelu inżyniersko-technicznego i robotników, ekspertyzy i konsultacje, rozwinęły się w obecnym czasie również inne, bardziej bezpośrednie formy pomocy udzielanej przez uczonych przemysłowi i rolnictwu. Obecnie pracownicy instytutów naukowo-badawczych i wyższych szkół biorą niejednokrotnie bezpośredni udział w pracy zakładów przemysłowych, udzielając im pomocy na miejscu w warsztatach fabrycznych i na polach kołchozowych. Uczeni opracowują nowe metody produkcji, dogodniejsze z punktu widzenia gospodarczego i technologicznego, wprowadzają do użytku nowe, doskonalsze konstrukcje maszyn, walczą razem z przemysłem o obniżenie kosztów własnych produkcji i podniesienie wydajności pracy".

Na ten ustęp zwracam specjalną uwagę, wskazuje on bowiem, że wysiłek powiązania nauki z przemysłem powinien być wszechstronny. W Związku Radzieckim, w warunkach pokojowych trzeba było na to 10—15 lat praktyki, my powinniśmy dojść do tego w czasie krótszym, korzystając z doświadczeń Związku Radzieckiego. Bardzo ciekawy jest przykład konkretny, podany przez Wawiłowa na temat skutków izolacji ludzi nauki od życia gospodarczego:

> „W połowie ubiegłego wieku opracował fizyk angielski Maxwell zasady elektrodynamiki. Jednym z wyników teorii Maxwella i jego równań był wniosek, stwierdzający istnienie fal elektromagnetycznych o różnej częstotliwości, rozchodzących się z prędkością światła. Ten ważny wniosek został sprawdzony eksperymentalnie dopiero w ćwierć wieku później przy pomocy znanych doświadczeń Hertza. Opowiadają, że na zapytanie co do możności zastosowania wywołanych przezeń fal elektromagnetycznych, Hertz odpowiedział, że jego odkrycie nie kryje w sobie żadnych praktycznych możliwości. Lecz po kilku latach, jak wiemy, odkrył petersburski profesor A. S. Popow, jako pierwszy w świecie, radio, tzn. urzeczywistnił przy pomocy systemu elektromagnetycznego przekazywanie sygnałów za pośrednictwem fal elektrycznych. Następnie rozpoczął się ów zdumiewający rozwój radia, którego świadkami byliśmy w ciągu ostatnich dziesięcioleci.
>
> Z tego przytoczonego tu faktu historycznego wynika jasno, że odkrycie mające ogromne znaczenie dla ludzkości uległo opóźnieniu wskutek tego, że Maxwell i Hertz zupełnie nie myśleli o praktycznym wykorzystaniu swojej teorii i swojego doświadczenia".

Wawiłow przestrzega jednak przed krańcowością, jeżeli chodzi o formy współpracy. Warto zapoznać się z jego wypowiedziami:

> „Mówiąc o pracach teoretycznych, prowadzonych nieraz w bardzo abstrakcyjnych dziedzinach, chciałem wskazać jedną ze skrajnych granic ewentualnych form współpracy między nauką a wytwórczością. Ażeby od razu objąć wzrokiem cały możliwy teren tej współpracy, przejdę do innego krańcowego przykładu: w niektórych wypadkach można użyć uczonego jako inżyniera fabrycznego lub agronoma na polach kołchozu.
>
> Oczywiście, gdy ów uczony posiada specjalną wiedzę i doświadczenie, może on w tych warunkach przynieść niemały pożytek. Tego rodzaju pomoc, udzielona praktyce przez uczonego, jest, oczywiście, całkiem konkretna, lecz idzie niejako po linii najmniejszego oporu. I ze zdziwieniem trzeba stwierdzić, że przeważnie o takiej właśnie pomocy ze strony instytucji naukowych myślą ludzie czasem w samych instytucjach naukowych, a jeszcze częściej w przemyśle, choć takie wykorzystanie wielkich uczonych, posiadających dużą wiedzę specjalną, umiejących kierować całymi laboratoriami i rozwiązywać wielkie zadania naukowe, rzeczywiście przypomina starą bajkę Ezopa o zarznięciu kury, która niosła złote jaja. Oczywiście, w poszczególnych wypadkach nie należy wykluczać możliwości tzw. „alarmów", w czasie których uczony pracuje bezpośrednio przy warsztacie, w fabryce lub przy maszynie rolniczej. Lecz praca taka powinna z reguły być stosowana jedynie jako zakoń-

*) Tekst referatu ob. w PE, 1949, z. 7/8, str. 178—181.

czenie, jako ostatni punkt uprzedniej, rozległej działalności naukowej o szerokim horyzoncie.

Trzeba się raz na zawsze umówić, że tam gdzie idzie o wprowadzenie w życie zdobyczy nauki, metoda wszelkiego rodzaju komisji uzgadniających jest nieżyciowa. Nie ma innego sposobu dobrego przenoszenia rezultatów badań naukowych na terenie produkcji, jak tylko bezpośrednia łączność instytucji naukowych między sobą, jak również z fabrykami i rolnictwem. Zarówno osoby, sprawujące kierownictwo, jak i wszyscy pracownicy w instytucjach naukowych i zakładach produkcyjnych muszą zrozumieć, że w kraju radzieckim podział resortowy ma znaczenie jedynie organizacyjne. Należy doprowadzić do tego, żeby twórcza myśl naukowo-techniczna i różne formy produkcji zespoliły się w naszej świadomości w jeden wspólny system. Trzeba, by nasze instytuty i laboratoria dobrze znały drogę do fabryk i to nie tylko do gabinetów dyrektorskich, lecz również do hal fabrycznych. Trzeba też, żeby również odwrotna droga — z fabryki do instytutu i do laboratorium — była dobrze znana inżynierom, technikom, przodującym robotnikom."

Referat prof. Wawiłowa ukazał się jakby na zamówienie w związku z dzisiejszą naszą dyskusją. Pozwolił nam spojrzeć z większej wysokości na to zagadnienie, które nas interesuje, dał nam szereg wskazówek i przestróg.

Chciałem na zakończenie zaznaczyć, że nasze instytuty poważnie wzięły się do rewizji swojego podejścia do współpracy z przemysłem. Pracownicy instytutów zdają sobie doskonale sprawę, że stan obecny był niezadowalający. Nie zawsze była to ich wina. Instytuty nasze to organizmy bardzo młode, a przy tym napotykają trudności w zdobyciu ludzi. Naukowców trzeba planowo kształcić — dotychczas tego nie było. To są względy, które pozwalają tłumaczyć stosunkowo niewielkie dotychczasowe osiągnięcia instytutów.

Szukając nowych dróg, instytuty zamierzają włączyć się w wielki prąd racjonalizatorstwa w gospodarce narodowej i przemyśle. Są tu możliwe trzy drogi.

Dwie z tych dróg już zapoczątkował GIEl i wprowadzi je w życie jeszcze przed końcem roku bieżącego. Pierwsza droga to jest, jak mówi Wawiłow, przejście naszych specjalistów do fabryki, nawiązanie bezpośrednich kontaktów z fabryką, zbadanie przez specjalistów instytutu warunków produkcji na wszystkich poziomach i następnie wspólne z robotnikami i fachowcami fabryki przedyskutowanie i szukanie możliwości poprawy.

Druga droga jest ta, którą poszła Akademia Górnicza, a którą ma zamiar naśladować GIEl — to forma narad roboczych z racjonalizatorami i przodującymi robotnikami.

W GIEl chcemy przeprowadzić badania racjonalnej metody hamowania pojazdów elektrotrakcyjnych, gdzie w pomiarach i w dyskusji będą brali udział nasi fachowcy, jak i fachowcy trakcyjnicy, a przede wszystkim ci, którzy prowadzą pojazdy elektryczne.

Trzecia droga, która, o ile wiem, w Polsce dotychczas nie została jeszcze próbowana, jest to droga indywidualnych umów między poszczególnymi fachowcami a robotnikami racjonalizatorami. Instytuty nie mają jeszcze gotowej, całkowicie skrystalizowanej koncepcji co do tego, jaka powinna być definitywna współpraca, jaka forma będzie najlepsza i najbardziej owocna. Nasze poczynania są pierwszymi próbami.

Mam jednak wrażenie, że zarówno dzięki szukaniu przez nas nowych dróg, jak i dzięki świadomemu zbliżeniu się do tematyki życia gospodarczego i przemysłowego, przez wspólne ustalanie tej tematyki, dojdziemy w krótkim czasie do wyników całkowicie zadowalających.

Na zakończenie chciałem wspomnieć o jeszcze jednej sprawie, która również jest poruszona na końcu mojego referatu, a która przewija się przez wszystkie nasze posiedzenia tego zjazdu — to jest zagadnienie kadr. Zarówno dla przemysłu, jak i dla nauki jest to zagadnienie obecnie kluczowe. Uważam, że jednym z najważniejszych wniosków naszego zjazdu powinno być wezwanie do miarodajnych czynników, aby jak najprędzej ustaliły plan kadrowy, dostosowany do planu gospodarczego.

Kol. Morsztyn.

Referat kol. Jakubowskiego jest wyczerpującym referatem, ale zawiera tylko strony zasadnicze i z niewielkimi zmianami mógłby pasować do każdego instytutu. Instytuty tymczasem są powiązane z odpowiednimi przemysłami i charakter pracy instytutów nie może być przyjęty raz na zawsze w sposób szablonowy; musi on nawiązywać do konkretnych zadań, stojących przed danym przemysłem. Nie zostały omówione potrzeby przemysłu elektrotechnicznego, a przecież GIEl jest właściwie przeznaczony do prowadzenia prac naukowych w naszej dziedzinie.

Są pewne gałęzie przemysłu w Polsce, które są rozwinięte i posiadają dokumentacje. W takim wypadku instytut może inaczej ukształtować swoją współpracę z przemysłem.

Jako przykład może służyć Wszechzwiązkowy Instytut Elektrotechniczny powołany przez Lenina. Był on wtedy w takim stadium rozwoju, w jakim my się dziś znajdujemy, tzn. nie posiadał ani tradycji elektrotechnicznej, ani dokumentacji. Instytut miał przebijać drogę dla przemysłu. Wszechzwiązkowy Instytut niedawno obchodził 30-lecie swojego istnienia. Instytut ten rozwiązuje zagadnienia w całości, np. zagadnienie prostowników od tej chwili, kiedy prace naukowe mają jeszcze charakter laboratoryjny, aż do zagadnień materiałowych prostownika. Sprawy przechodzą do przemysłu dopiero po opracowaniu przez instytut całości i są nadal stale pod jego opieką.

Jeżeli chodzi o zagadnienia technologiczne, to te będą związane z przemysłem i tutaj następuje podział ich na naukowe i techniczne. Obie strony powinny wykazywać jak najdalej idące chęci współpracy, żeby zadanie, rozwiązane przez instytut, nadawało się do wyzyskania przez przemysł.

Jest jeszcze jeden mankament, a mianowicie ten, że instytuty podzielone na komórki elektrotechniczne, hutnicze itd. bardzo chętnie zajmują się tylko fragmentami w swojej dziedzinie. A są pewne zagadnienia, które trzeba potraktować w sposób kompletny. Kto to powinien koordynować?

Jeżeli chodzi o materiały, które mają główne zastosowanie u nas, to Główny Instytut Elektrotechniki powinien być jedynym kontrahentem w stosunku do przemysłu, powinien mieć opiekę nad całością zagadnienia, wykorzystując do współpracy inne instytuty.

Przemysł chce oddawać pewne zagadnienia instytutom, ale chce żeby instytuty rozważały te zagadnienia w sposób teoretyczno-naukowy i przy tym kompletny, nadający się do przemysłowego wykonania.

Zagadnienie planowania w instytutach zawiera jedną lukę. Są w tym planie tylko badania, a nie ma planowania wyników. Nie jest ustalona forma współpracy przemysłu z instytutami. W zakładach przemysłowych powinny być rady techniczne, do których powinni wchodzić przedstawiciele instytutów. Trzeba instytuty powiązać z przemysłem i to w samych górnych ogniwach, w których rodzą się koncepcje rozwoju.

Kol. Konwerska.

Szczupłość kadr, która jest jednym z trudniejszych elementów realizacji planu 6-letniego, a którą odczuwaliśmy i przy realizacji planu 3-letniego, w telekomunikacji występuje szczególnie ostro. Musimy ze szczególną uwagą i troską zastanowić się nad metodami powiązania prac instytutów w ogóle, a szczególnie Instytutu Telekomunikacyjnego z życiem — zarówno z przemysłem, jak i z eksploatacją.

W zakończeniu referatu kol. Jakubowskiego przytoczone są cytaty, które mówią o znalezieniu drogi z fabryki do instytutu i z instytutu do fabryki. Przetarcie tej drogi u nas może dać wielkie korzyści przemysłowi. Instytut Telekomunikacyjny jest powołany również do wytyczania nowych dróg i usprawnień eksploatacji telekomunikacyjnej i dlatego należałoby oczekiwać opracowania metod powiązania naszej eksploatacji z instytutami. W obecnej fazie często te rzeczy może nie mają jeszcze dostatecznie naukowego posmaku dla pracowników Instytutu, ale każde usprawnienie, każde posunięcie naprzód, wypracowanie nowych metod może dać bardzo duże skutki praktyczne, może podnieść na wyższy poziom naszą telekomunikację.

Kol. Piróg.

Metody współpracy i powiązania instytutów z przemysłem musimy wypracować. Praca instytutów musi ściśle nawiązywać do tych zagadnień, które w danych okresach czasu są najważniejsze. Najbliższy okres, który nas czeka — to realizacja 6-letniego planu gospodarczego, w którym

to okresie na pierwszy plan wysuwa się zagadnienie inwestycji. Wykonanie inwestycji i sposób ich rozwiązania decydować będzie w przyszłości o naszej produkcji i naszym poziomie życia.

Instytuty naukowo-techniczne muszą nawiązywać w najbliższym czasie do zagadnień inwestycyjnych, w szczególności jeżeli chodzi o zagadnienie projektowania.

Inż. Oderfeld, Sekr. Gen. PKN (listownie).

W opracowanym obecnie schemacie organizacyjnym normalizacji ogólnopaństwowej przewidziano dla instytutów ważną rolę. Referat prof. Jakubowskiego w dwóch miejscach wspomina o normalizacji. Po raz pierwszy przy omawianiu doradztwa, która to działalność instytutów powinna być według zdania prelegenta ograniczona. Po raz drugi wspomina prelegent o normalizacji, mówiąc o żywym udziale pracowników nauki instytutów w pracach normalizacyjnych.

Obie możliwości są cenne, lecz nie wystarczają. Brak bowiem opracowywania przez instytuty projektów norm lub ich części na zlecenie PKN. Nie wydaje się słuszne, żeby instytuty nie wzięły udziału w tej pracy, która, jak się przewiduje, będzie obowiązkiem nawet poszczególnych fabryk niewątpliwie słabiej do niej przygotowanych od instytutów.

Kol. Kwal.

Nie jest przypadkiem, że sprawy współpracy nauki z gospodarką narodową oraz zagadnienie udziału inteligencji technicznej w planie 6-letnim stały się podstawowymi tematami naszego zjazdu.

Nie jest przypadkiem, że najwyższe czynniki państwowe śledzą z największym zainteresowaniem pracę polskich naukowców. Rozwój nauk technicznych stał się niezbędnym warunkiem unowocześnienia metod produkcyjnych naszego przemysłu. Niezbędną staje się większa łączność ludzi nauki z ludźmi przemysłu i produkcji.

Współpraca przemysłu z instytutami naukowymi pozwoli wyzwolić olbrzymie możliwości produkcyjne, olbrzymie rezerwy, które tkwią w naszych przedsiębiorstwach. Na czym polegają te możliwości? Oto ich elementy:

ulepszenie, zracjonalizowanie konstrukcji naszych wyrobów,

ulepszenie metod produkcyjnych,

usprawnienie organizacji produkcji przy wykorzystaniu zasad naukowej organizacji pracy.

Mamy przykład z ostatnich miesięcy, kiedy w wyniku racjonalnej współpracy przemysłu elektrotechnicznego z GIElem na pewnym odcinku udało się uruchomić produkcję przepustów kondensatorowych. Uruchomiono produkcję elementu, którego brak hamował dalszy rozwój przemysłu.

Ścisła współpraca instytutów z produkcją zależy w dużym stopniu od tego, jak przemysł ustosunkuje się do tej współpracy, jak przemysł potrafi stawiać zagadnienia i żądania w stosunku do instytutów.

Współpraca instytutów naukowych z przemysłem pozwoli na zrealizowanie dążenia do mechanizacji produkcji, w dalszym zaś etapie jej automatyzacji oraz automatyzacji procesów kontroli produkcji.

Ażeby postęp techniczny realizować, potrzebni są ludzie przepojeni świadomością nowego stosunku do pracy. Na nas, jako członkach Stowarzyszenia Elektryków Polskich, spoczywa obowiązek wychowania inżynierów i techników elektryków w tym duchu.

Kol. Czechowski.

PIT nie wyrósł na tle aktualnych potrzeb, gdyż istniał już przed wojną i stąd wywodzi się jego przynależność do M. P. i T. Tym się tłumaczy, że właściwie w wielu wypadkach PIT był placówką wykonawczą dla M. P. i T.

Przemysł telekomunikacyjny kuleje z braku materiałów specyfikowanych, których się nie spotyka w przemyśle silnoprądowym. Jest dużo tematów, których PIT nie mógł opracować, będąc związanym z M. P. i T., a powinien spełniać ogólne telekomunikacyjne zadania. Instytut bez planu pracy nie spełni zadań, a ponieważ praca musi być podzielona między instytuty, biura konstrukcyjne i politechniki, to plany muszą być skoordynowane ze sobą.

Plany instytutów powinny wyprzedzać prace biur konstrukcyjnych. Powinniśmy już być przygotowani do planu 6-letniego; należy się śpieszyć. Plan skoordynowania prac instytutów i biur konstrukcyjnych z planem produkcji powinien być jak najprędzej opracowany.

Niejednokrotnie trudno się porozumieć między instytutem a biurem konstrukcyjnym z braku wspólnego języka, z braku wspólnych form rysowania. Konieczne jest znormalizowanie dokumentacji technicznej. Tak samo z materiałami i podzespołami. Potrzebna jest współpraca tych jednostek, które opracowują materiały, z tymi, dla których opracowuje się je.

Kol. Lesiowski.

Nie możemy żądać od naszych instytutów tego, co zrobił Instytut Radziecki istniejąc 30 lat.

Tamten instytut posiada nie tylko laboratoria i zespoły do prac naukowo-badawczych, ale i własne fabryki, które zatrudniają ponad tysiąc ludzi. Tam produkują prototypy i dopiero po badaniu ich działania przez kilka lat oddają opracowane typy produkcji fabrykom. Na razie nasz Instytut jest młody i musimy mu pomóc w doścignięciu innych.

Nasz przemysł, chociaż jest młody, posiada ludzi z doświadczeniem i dużą praktyką życiową. A GIEl posiada ludzi z dużym wykształceniem, ale o małej praktyce. Jeżelibyśmy odpowiednio postawili zagadnienie, to powinniśmy im pomóc w rozważaniu tych zagadnień od strony praktycznej.

Taki zespół badawczy spróbowaliśmy już zmontować. Wyniki prac były nadzwyczajne. W krótkim czasie została opracowana metoda badawcza, metoda pomiarów oraz dobrania potrzebnych materiałów. Tę pracę prowadzimy dalej. Dlaczego taki zespół badawczy daje duże korzyści? Dlatego, że w skład takiego zespołu wchodzą konstruktorzy. Konstruktor, który jest najbardziej zainteresowany, pilnuje innych pracowników, żeby potrzebne mu zagadnienie rozwiązać i doprowadzić do końca.

Jeżeli instytutom będą stawiane zagadnienia teoretyczne, jeżeli instytuty muszą nam dać to, czego nikt nie robi, to będą nieporozumienia i narzekania.

Pracą moją w Instytucie Wszechzwiązkowym było badanie wyłączników. Tam była nam udzielona pomoc jak najdalej idąca. Spotkałem się z fachowcami, ludźmi z podejściem naukowym i praktycznym do tych spraw, którzy nad zagadnieniem wyłączników strawili 2 lata i oni umożliwili zakończenie naszych badań w ciągu 2 miesięcy. Instytut ma ludzi o dużej praktyce i doświadczeniu i urządzenia, które gromadził od 30 lat. My musimy na to poczekać, aby nasz Instytut mógł doścignąć to, do czego doszedł Wszechzwiązkowy Instytut Elektrotechniczny.

Kol. Groszkowski.

Referat kol. Jakubowskiego zawiera szereg poglądów, które są niewątpliwie podzielane przez większość pracowników instytutów badawczych.

Jeżeli w obecnych warunkach ze względu na potrzeby życia gospodarczego muszą być poczynione odchylenia od koncepcji zawartych w referacie, to one powinny być zrobione. Problem ten nie jest problemem nowym i stale jest dyskutowany wśród pracowników PITu.

Sprawa instytutów badawczych nie obejmuje dwóch instytutów i zadaniem odpowiednich czynników państwowych jest danie wytycznych. Dlaczego każdy instytut ma robić odkrycia i dlaczego rzeczy, które są dla wszystkich instytutów wspólne, omawia się indywidualnie? Jest szereg problemów, które są podobne, jak sprawa współpracy z przemysłem, sprawa dokumentacji itp.

Dyskutowano sprawę współpracy Instytutu z przemysłem. PIT statutowo podlega Ministerstwu Poczt i Telegrafów i obsługuje szereg innych resortów. Nie było wypadku, żeby PIT odmówił swej współpracy lub nie wykonał zleconej mu pracy badawczej. Muszę stwierdzić, że całego szeregu planów i zapotrzebowań Instytut nie otrzymał do dnia dzisiejszego pomimo nacisku i nie ma planów przemysłu, według których mógłby pracować. W tych warunkach Instytut nie może pracować i nie może dawać pomocy.

PIT przygotowywał się do tego momentu, kiedy plany zostaną przedstawione. Zbierano fachowców, szykowano laboratoria, zorganizowano bibliotekę itd. i jest do tej pracy przygotowany, nawet do takiej, która nie była potrzebna nadzorującej instytucji.

PIT współpracuje z Min. Komunikacji, Energetyką, Polskim Radio; dla M. P. i T. robi takie rzeczy, które nie powinny wchodzić w zakres prac Instytutu, np. naprawy remontowe. Dlaczego dotychczas planów prac dla przemysłu nie otrzymaliśmy? Czy nie szwankuje tu organizacja?

Nie ma dotychczas ciał koordynujących sprawy telekomunikacji. Jak może być rozwiązana sprawa współpracy pomiędzy telekomunikacją a przemysłem? Nie ma dotychczas dróg, którymi możnaby się było porozumieć.

Były zarzuty, że Instytut zabrał szereg ludzi kosztem pewnych gałęzi przemysłu. Tymczasem Instytut nigdy gwałtem nie ciągnął nikogo.

Kol. Mazur.

Stale słyszy się, że instytuty badawcze należy zbliżyć do życia. Co to znaczy? W łańcuchu produkcyjnym, od koncepcji począwszy, a na gotowym produkcie skończywszy, jest cały szereg ogniw posrednich.

Główny Instytut Elektrotechniki, jeżeli idzie o elektrotechnikę, jest pierwszym koncepcyjnym ogniwem w tym łańcuchu. Zbliżenie do życia należy rozumieć jako tendencję do przenikania Instytutu również w dalsze ogniwa.

Należy mieć jednak na uwadze, że do tak postawionych zadań Instytut musi mieć odpowiednio duży potencjał personalny.

Niewątpliwie na nic nie zda się narzekanie na brak kadr, ale też trzeba realnie patrzeć na możliwości Instytutu przy wysuwaniu wymagań.

Rola instytutów w ogóle jest w obecnej chwili tematem o wiele ważniejszym aniżeli sprawy elektrotechniki. Nie można mówić o racjonalnej pracy instytutu przed ustaleniem, jaka ma być jego rola i ramy organizacyjne, w których ma on działać. Mając więcej urządzeń, więcej personelu można skrócić czas rozwiązywania problemów. Czas jest więc wielkością wymienną na inne wielkości, ale tylko do pewnej granicy. Granicę tę stawia konieczność wyrobienia wartościowych kadr technicznych, co nie staje się przecież od razu.

GIEl nie rozpoczął swojej działalności od jakiegoś stanu gotowego, lecz od stanu zerowego i nawet obecnie nie osiągnął jeszcze stanu przynajmniej podstawowego.

Druga sprawa to ocena osiągnięć. Obawiam się niedoceniania takich osiągnięć Instytutu jak dokumentacja, obecnie bardzo już rozległa, czy też pomocnicze prace pomiarowe, które muszą poprzedzać osiągnięcia bardziej na pozór atrakcyjne.

I ostatni wreszcie czynnik to współczynnik rozproszenia. Nieprawdopodobne wprost ilości energii marnuje się na wszelkiego rodzaju czekanie. Do tego dołącza się nadmiar czynności administracyjnych.

O instytutach trzeba myśleć innymi kategoriami niż dotychczas. Każde zadanie wymaga odpowiednich środków; możliwe są dwa sposoby postępowania:

1) ograniczyć zadania do posiadanych środków,

2) zwiększyć środki odpowiednio do postawionych zadań.

Słuszniejszy jest drugi z tych sposobów, gdyż rozwiązywania zadań nie unikniemy, bo stawia je życie.

Kol. Żarnecki.

Jeżeli mówimy o powiązaniu pracy instytutów z życiem, to nie mówimy po to, aby obniżyć poziom instytutów, chcemy jednak, aby na tym wysokim poziomie rozwiązywane były nasze zagadnienia codzienne. Dla przeprowadzenia nowych planów eksploatacyjnych powinna rodzić się nowa myśl techniczna. Ta nowa myśl techniczna oparta o naukowe podstawy jest dla wielu z nas możliwa jedynie w ścisłym powiązaniu ze światopoglądem materialistycznym i w takim powiązaniu żądamy tego od naszych instytutów.

Na pewnych terenach, w niektórych instytucjach, możemy stwierdzić realne włączenie się do naszej codziennej pracy, pomoc w opracowaniu nowych, śmiałych inwestycji, nowych metod produkcji, nowych technologii — to jest realna współpraca. Natomiast na innych terenach tego jeszcze nie ma.

Instytuty muszą wystąpić do przemysłu z realnym projektem planu swojej pracy — planu opartego o realne możliwości kadr, wyposażenia technicznego. Przemysł oceni projekt, zażąda wprowadzenia poprawek — dowie się już z tego projektu planu, czego może oczekiwać.

Takiego wystąpienia ze strony instytutów nie było. Mam nadzieję, że dzisiejsza dyskusja na temat instytutów będzie momentem przełomowym, włączającym wszystkie instytuty naukowe w gospodarkę planową. Dla współpracy z nurtem oddolnym racjonalizatorów potrzebne jest wydanie szeregu instrukcji, wskazówek itp. Prace redaktorskie w tej dziedzinie będą należały do instytutu, ale do tej pracy, moim zdaniem, potrzebne jest wzajemne doradztwo i stała współpraca z racjonalizatorami. Będą musiały dojść nowe zadania: opracowanie metod i wskazówek dla wynalazców przez kolegia redaktorskie złożone z wysoko kwalifikowanych profesorów.

Kol. Skowroński.

Słyszeliśmy szereg dezyderatów w stosunku do instytutów, ale bardzo mało wypowiedzi padło na temat środków zaradczych i przyczyn tych usterek.

Ideałem pracy instytutu w dziedzinie procesów technologicznych jest praca niektórych instytutów radzieckich. Przygotowanie technologiczne, także wprowadzenie gotowych recept produkcyjnych, a nawet planów fabrycznych jest rzeczą trudną. Jeżeli chodzi o materiały, to w skromnym zakresie niektóre działy już organizujemy i wiele mamy uruchomić. Jakie są trudności? Idą one od strony przemysłu. Zorganizowanie takiej próby jest związane z kwestiami finansowymi, które na razie są nie do pokonania. Pomimo zgody wszystkich czynników i pomimo wysiłków nie można sprawy posunąć naprzód.

Istnieją jakieś przyczyny poboczne, są opory na dole. Trudności są spowodowane tym, że zagadnienia te nie zawsze dotyczą przemysłu elektrotechnicznego, dotyczą innych resortów, a nawet innych ministerstw. Skoordynowanie tego powinno leżeć w ramach prac instytutu, ale instytut nie ma sankcji. Musi być kontakt z warsztatami pracy. Ten kontakt nie jest dotąd należyty. Brak jest kontaktów odgórnych. Mamy kontakty z przemysłami hutniczym, chemicznym, paliw sztucznych, naftowym i papiernictwa, niestety nie istnieje kontakt z instytutem ceramicznym, bo tego instytutu w ogóle nie ma.

Materiałów elektrotechnicznych jest bardzo mało, a wymagania są jak najsurowsze.

Uważam, że instytuty są powołane w znacznej mierze do tego, aby odciążały fabryki od robienia prób technologicznych, które zbyt obciążają ich budżet i ich koszty handlowe. Fabryka nie może robić doświadczeń, które nie są określone. Od tego są instytuty, ale instytut nie ma fabryk i musi się uciekać do pomocy fabryk.

Czwartą dziedziną, w której mamy pracować, jest sprawa normalizacji. Tu też jesteśmy w ślepej uliczce, jeżeli chodzi o metodę. Np. PKN mówiąc, że normy powinien opracować wytwórca, odebrałby instytutom elektrotechnicznym ich dotychczasową pracę. Cały szereg naszych przepisów zostanie wstrzymany.

W sprawie kadr trzeba stworzyć pewne środki, aby ustała istniejąca niewątpliwie walka o kadry nie tylko pomiędzy instytutami i przemysłem, ale i między zakładami. Zakład wytwórczy nie może dobrze pracować bez dobrych inżynierów i wykwalifikowanych pracowników, a niedopuszczanie takich pracowników do instytutu uniemożliwia mu pracę.

Kol. Rukszto.

Twierdzenie, że organizacja instytutów nie jest ustalona, nie jest słuszne. Jest to sprawa stale żywa, gdyż musi nawiązywać do życia i innych ważnych zadań.

Zadania najważniejsze stojące przed instytutem — są to zagadnienia związane z podciągnięciem przemysłu elektrotechnicznego, jak i zagadnienia związane z inwestycjami w energetyce. Przez pomoc w terenie instytuty mogą nam dać bardzo wiele. Potrzebujemy na naszych naradach technicznych i wytwórczych ludzi z instytutu, którzy potrafią wyjaśnić niektóre szczegóły, uzasadnić potrzebę naukowych wskazówek, wskazać błędy i błędne posunięcia i taką pomoc dla eksploatacji powinniśmy uzyskać od instytutu.

Dokumentacja techniczna powinna łatwiej trafiać w teren.

Z dalszych spraw ważna jest sprawa brania odpowiedzialności przez eksploatację za pewne posunięcia bez uzgodnienia ich z instytutem naukowym.

Eksploatacja bierze na siebie odpowiedzialność, bo nikt jej nie może pomóc. Konsultacja nie jest przeprowadzona w praktyce.W tej dziedzinie oczekujemy pomocy od instytutów.

W zagadnieniu racjonalizatorstwa pomoc instytutów naukowo-badawczych w terenie jest rzeczą pierwszej potrzeby. Instytut musi obsługiwać przede wszystkim energetykę oraz przemysł, a inne zagadnienia mogą załatwić zjednoczenia lub komisje przy CZE.

Kol. Statkiewicz.

W referacie jest wyraźna linia podziału — co należy do instytutu, a co należy do przemysłu. Wytyczenie pewnych ram jest słuszne, natomiast zostawienie tej linii podziału bez omówienia i wyjaśnienia, jak należy ją realizować, jest nader niebezpieczne.

Zagadnienia — od stanowiska robotnika przy maszynie do biurka uczonego w instytucie — muszą być rozpatrzone w całej rozciągłości, od góry do dołu.

Przy braku kadr uważam za ryzykowne stawianie ścisłej linii podziału. Musimy tę linię prowadzić i rozszerzać. Nie jest istotny podział kadr, nie jest istotne, czy inżynier będzie pracował w przemyśle czy w instytucie, jeżeli będą razem rozwiązywać pewne zagadnienia. Ważne jest zmobilizowanie pionu technicznego po to, aby zagadnienia, które stoją przed nami, rozwiązać. Jako typowy przykład rezultatów, które daje współpraca, wymienię przepust kondensatorowy. Przemysł elektrotechniczny zrobił wszystko, co było można; GIEl nie ograniczył się tylko do pomiarów i w rezultacie jest rzecz zrobiona, choć wydawała się niemożliwą do przeprowadzenia.

Kol. Kuhn.

Krytyka współpracy instytutu z przemysłem i eksploatacją nie powinna doprowadzić do tego, żeby wysunęły się tendencje do osłabienia działalności instytutu i przekazania jego ludzi do przemysłu i eksploatacji — należy raczej mówić o wzmocnieniu instytutu.

Oba instytuty służą nie tylko jednemu przemysłowi, ale i całemu szeregowi odbiorców. I dlatego GIEl jest w przemyśle, a PIT przy M. P. i T. Chodzi o skoordynowanie zasad współpracy między instytutami a poszczególnymi gałęziami gospodarki narodowej. Pewna linia podziału między instytutami, przemysłem i eksploatacją musi być wytyczona, bez tego nie będzie wiadomo, jakiego rodzaju zagadnieniem ma się zajmować instytut.

Są trzy strony sprawy:

1) tematyka prac,

2) odpowiedzialna inicjatywa do rozwiązywania zagadnień z podaniem, skąd ona ma wychodzić,

3) właściwe metody wykonywania prac.

Jeżeli do tej pory kwestie te nie były ustalone, to niesprawiedliwie jest krytykować współpracę instytutów z przemysłem czy eksploatacją.

Uważam za konieczne, aby właściwy czynnik państwowy ustalił ramowe zasady określania tematyki prac instytutów na tle zadań i potrzeb przemysłu i eksploatacji; ustalił, na kim ciąży obowiązek podejmowania inicjatywy opracowania poszczególnych tematów; określił właściwe wykonawcze metody współpracy instytutów z przemysłem i eksploatacją oraz aby przy poszczególnych instytutach były utworzone rady naukowe (tam, gdzie one nie są powołane), których zadaniem byłoby między innymi odpowiedzialne i obowiązujące ustalanie tematyki prac instytutu i kontrolowanie postępów w realizowaniu tych prac.

Kol. Kielan.

Po raz pierwszy na zjazdach SEP usłyszeliśmy definicję naukową, co należy rozumieć przez „badanie naukowe", definicję opartą na światopoglądzie materialistycznym i dostosowaną do epoki, w której żyjemy. Jeżeli chodzi o sam referat kol. Jakubowskiego, to w poprzedniej dyskusji był on naświetlony z innego punktu widzenia. Nie zgadzam się z poglądem, że jeżeli chodzi o zagadnienia naukowe, to ma to być szukanie nowych dróg, że instytut nie powinien zajmować się procesami kontroli. Właśnie przy badaniu procesów technologicznych można zastosować nowe metody i torować drogi oparte na analizie procesów technologicznych. Kiedy stoi przed nami modernizacja poszczególnych zagadnień, jest to jeden z ważniejszych momentów. W praktyce istnieje jeszcze konserwatyzm techniczny i tam do zadań instytutu powinna należeć modernizacja tych procesów.

Drugi punkt to sprawa planowania działalności pracy naukowej w naszym państwie. Nie powinna się ona ograniczać wyłącznie do pracy GIEl i PIT. Należy pomyśleć o wprowadzeniu tych zagadnień w zakładach uniwersyteckich. Jedną z metod jest odpowiednie szkolenie i to musi być użyte dla wspólnego dobra całego społeczeństwa.

Źle jest z planowaniem u nas. Mamy zaledwie dwa instytuty i nie ma jeszcze skoordynowanego planu pracy między tymi instytutami.

Sprawa dublowania prac występuje również na odcinku prac między instytutami a przemysłem. PIT zajmuje się sprawami technicznymi, prowadzi prace przemysłowe nad wytwarzaniem prototypów, podczas gdy przemysł patrzy z niepokojem na brak kadr. Trzeba koordynację przeprowadzić możliwie jak najszybciej, gdyż bez oparcia o prace przemysłu praca instytutu jest niemożliwa.

Trzeci problem, a jeden z najważniejszych, to problem kadr. Prof. Jakubowski postawił zagadnienie w ten sposób, że na pewnym odcinku trzeba będzie przykroić nasz plan z powodu braku kadr. Takie postawienie sprawy jest demobilizacją. Wiemy, że ten plan 6-letni, którego rzut opracowaliśmy, jest planem w niektórych odcinkach minimalnym. My ten plan musimy wykonać i dopuszczanie myśli o jego okrojeniu jest demobilizujące. Jakie są środki i możliwości, żeby plan wykonać w ciągu lat pięciu? Po pierwsze jest stwierdzoną rzeczą, że w instytutach i przemyśle jest dublowanie zagadnień. Należy położyć temu kres. Trzeba skończyć z marnotrawstwem sił naukowych i technicznych.

Musi być dokonany przełom w pracach instytutów. Znaczy to, że stawia się określone terminy. Należy dążyć do usprawnienia działalności instytutów, aby plany były wykonane w terminach, które dyktuje życie. Należy wprowadzić przełom i wprowadzić zagadnienie współzawodnictwa pracy do instytutów. Współzawodnictwo będzie polegać na tym, żeby w kolektywnej pracy przy wymianie doświadczeń między fachowcami obmyślać takie sposoby, które pozwolą na szybkie rozwiązanie zagadnień.

Jaki jest procent pracowników naukowych w stosunku do pracowników w przemyśle? Jest to procent niewielki — może 10%.

Czy nie należałoby rozpocząć planowej akcji, aby najwybitniejsze jednostki z przemysłu przechodziły do pracy naukowej? Prace instytutu nie są pracami abstrakcyjnymi, ale pracami, które są wymagane przez życie.

Konieczna jest organizacja naszej nauki w sensie ogólnej współpracy. Powinniśmy korzystać z doświadczeń nauki radzieckiej. Ta współpraca nie powinna ograniczać się do form organizacyjnych, ale do współpracy faktycznej i merytorycznej.

Kol. Taniewski.

W ustroju, który kierowany jest przez klasę robotniczą, nie może być mowy o niedocenianiu nauki. Wszyscy, którzy występowali tutaj z ramienia przemysłu, podkreślali, że doceniają znaczenie badań naukowych w przemyśle. W jakim kierunku powinny być prowadzone badania w instytutach naukowych? Nie ma wśród nas nikogo, kto by chciał popierać fałszywe pojęcia o tzw. „czystej nauce". Naukowcem można nazwać tylko tego, który widzi swoją pracę naukową, jako służbę dla rozwoju własnego narodu.

Bezwzględną koniecznością jest wprowadzenie i opanowanie najwyższej techniki i my chcemy, by te badania naukowe i przodująca technika mogły być u nas zastosowane. Jeżeli te badania będą stałe, ciągle sprawdzane przez życie w warsztatach pracy, wówczas nie tylko przyniosą pożytek rozwojowi kraju, podniosą na wyższy poziom naukę polską, ale wpłyną także na rozwój badań naukowych w Polsce.

Również należy zwrócić uwagę na inne formy współpracy. W Związku Radzieckim obecnie propagowany jest ruch polegający na tym, że pracownik naukowy zawiera umowę o współpracę z robotnikiem czy majstrem. Współpraca polega na tym, że pracownik naukowy zobowiązuje się w pewnym terminie złożyć nowe opracowania metody pracy, a robotnik zobowiązuje się tę metodę pracy wprowadzić w życie i pozwolić pracownikowi naukowemu na sprawdzenie jej. Rezultaty takiej współpracy mogą być bardzo ciekawe.

Jeżeli mamy się uczyć, to powinniśmy się uczyć przede wszystkim od instytutów naukowo-badawczych Zw. Radzieckiego, które zdołały podnieść naukę radziecką na pierwsze miejsce w świecie. Z tego przykładu powinniśmy czerpać natchnienie.

Kol. Rafałowicz.

Z pewnych przemówień przebija obawa, że nauka w Polsce może być traktowana kosmopolitycznie, w sposób oderwany. My Polacy, ludzie dążący do socjalizmu, zwalczamy kosmopolityzm jako szkodliwy i dążący do oderwania nauki od życia praktycznego i dlatego nie uznajemy traktowania nauki jako czystej. Zagadnienie nauki w Polsce musi być przystosowane do warunków, w których się obecnie znajdujemy — to jest do budowy i odbudowy naszego kraju. Chcielibyśmy dogonić, a następnie prześcignąć przodujące kraje.

Dziś jest jedność zespołowa. Naukowiec polski daje dowody codziennie, że idzie zawsze ramię przy ramieniu z każdym obywatelem polskim. Naukowiec polski życzy sobie żyć w takich warunkach, w jakich żyje cały kraj. Do zagadnienia prac naukowo-badawczych w instytutach trzeba było podejść pod tym kątem widzenia.

Instytut naukowo-badawczy jest częścią składową gospodarki narodowej i nie może być podziału między instytutem a biurem konstrukcyjnym i dążenie do tego, by rozgraniczać i rozdzielać miarą zasadniczą co jest nauka, a co technika, przemysł i eksploatacja, byłoby niesłuszne.

Jesteśmy w szczęśliwej sytuacji, gdyż sąsiadem naszym jest kraj, gdzie istnieją instytuty naukowe typu socjalistycznego — jest to Związek Radziecki. Instytuty radzieckie muszą nam być przykładem i trzeba zbadać jak tam się pracuje, a potem naśladować.

Co do zagadnienia kadr, to słuszne jest podkreślenie, że te kadry są niedostateczne. Powinniśmy powiedzieć, jak wykorzystać te kadry z całą świadomością. My kadr technicznych nie wykorzystaliśmy jeszcze w należyty sposób.

Dziś nauka służy socjalizmowi — to jest praca całego narodu. Ścisłe więzy pomiędzy robotnikami i naukowcami, czującymi, że dobrobyt kraju zależy od ich twórczości i współpracy, dadzą dobre wyniki. Aby wyniki osiągnąć, musimy uświadomić sobie, że jesteśmy w epoce budownictwa; powinniśmy poświęcić wszystkie swoje wysiłki i uzgodnić swoje ambicje, aby plan był jak najszybciej wykonany.

Kol. Kanclerz.

Prawdą jest, że, niestety, wielu elektryków odpłynęło z przemysłu do instytutu. Zachodzi pytanie, dlaczego my wszyscy mamy tak dużo pracy, a w instytucie jest jej tak mało. Jest to dlatego, że instytuty pracują bez planu, a przemysł mało żąda od instytutów. Będzie rzeczą słuszną przystąpić niezwłocznie do opracowania planu 6-letniego dla instytutów, opartego o zapotrzebowania planu 6-letniego dla przemysłu. W ten sposób przemysł elektrotechniczny osiągnąłby duże korzyści.

Kol. Jakubowski.

Mój referat był o charakterze koncepcji ogólnej i opierał się na ogólnych założeniach. Przemysł elektrotechniczny dopiero ostatnio ustalił swój plan 6-letni, a plany instytutów muszą być do tego planu dostosowane.

Stwierdzam, iż ta gorąca wymiana zdań jest dowodem, że zarówno pracownicy nauki jak i pracownicy przemysłu dążą do współpracy i starają się ją tak ukształtować, aby osiągnąć wyniki jak najbardziej realne.

Ktoś powiedział, że mocno postawione zagadnienie kadr jest demobilizacją, o ile chodzi o plan 6-letni. To jest nieporozumienie. Wypowiedziałem tylko życzenie, żeby plan kadr został z nami jak najprędzej uzgodniony. Jestem przekonany, że potrafimy wykonać zadania planu 6-letniego, ale aby je wykonać musimy być zorientowani co do sytuacji kadrowej. W związku z wypowiedzianym dezyderatem, żeby tematy prac instytutu uwzględniały przede wszystkim potrzeby przemysłu, muszę stwierdzić, że instytut powinien obsługiwać i wytwórcę i użytkownika potrzebującego porady. Podobnie jak musimy zrobić praktyczny podział pomiędzy tym, co robi fabryka, a tym, co robi biuro konstrukcyjne, tak musimy zrobić podział między zakresem prac instytutów, biur konstrukcyjnych i przemysłu.

W stanie obecnym, kiedy mamy bardzo duże zaległości charakteru technicznego, instytut musi prowadzić pewne prace o charakterze całkowicie technicznym, które właściwie należą do przemysłu.

Jeden z kolegów wzywał do tworzenia w instytutach rad naukowych, do których będą wchodzili przedstawiciele różnych branż. Ta sprawa jest organizacyjnie załatwiona. Wszystkie główne instytuty takie rady mają, albo będą w przyszłości miały. Ponadto nawet niektóre zakłady instytutów mają podobne ciała doradcze.

6. Obrady komisyjne (10 września)

A. Komisja energetyczna

Przewodniczący kol. Kożuchowski

a) Dyskusja nad referatem inż. Stan. Andrzejewskiego: Nowe kierunki w budowie wielkich siłowni*).

Kol. Andrzejewski. Referat jest oparty na źródłach radzieckich, angielskich, francuskich, niemieckich i polskich.

Tezy dyskusyjne, wynikające z zagadnień poruszonych w referacie:

1) wielkość rezerwy pary w kotłowniach,
2) układ blokowy czy kolektorowy,
3) zaczep dla potrzeb własnych,
4) wybór napięcia dla potrzeb własnych — 3 kV czy 6 kV,
5) centralne nastawnie cieplno-elektryczne,
6) zagadnienie rezerw pomp i turbinek napędowych,
7) stopień pewności jednakowy w elektrowniach.

Kol. Czaplicki. Pożądane jest jeszcze oświetlenie przez autora referatu sprawy normalizacji parametrów pary. Nie trzeba sięgać po ostatnie światowe postępy w tej dziedzinie, ani rozpatrywać sprawy tylko z punktu widzenia energetyki, lecz należy brać również pod uwagę to, dla jakich parametrów pary może być wykonany sprzęt w kraju. Zależy to i od dalszych przemysłów (hutniczego, chemicznego itd.), nie tylko od fabryk kotłów i turbin.

Kol. Ney omawia zagadnienie układu blokowego. Ryzykowne jest nastawienie się wyłącznie na układ blokowy. Co prawda sprawność czasowego wyzyskania kotłów i turbin może już być jednakowa i powinna być rzędu 95%, ale w naszych warunkach taką sprawność dla kotłów osiągają tylko Zakłady Elektro. W Ameryce stosuje się lepszy węgiel i kotłownie są bogato wyposażone. U nas węgle są gorsze, co wymaga częstszego odstawiania kotłów. Praktycznie osiąga się dla kotłów sprawność czasową 80%, natomiast dla turbin osiąga się większą — istnieje więc rozdźwięk, który przy układzie blokowym powodowałby dłuższe przestoje również i turbin, a za tym konieczność stosowania rezerw dla całego systemu. U nas planuje się skąpą rezerwę układu, bo wynoszącą tylko 10%.

W Związku Radzieckim sprawa przedstawia się nieco inaczej niż podał prelegent, gdyż istnieją stałe połączenia poprzeczne oraz kotły rezerwowe nie związane z żadną turbiną.

W wielu wypadkach wytwórnie posiadają niesymetryczny człon ciepłowniczy, który ze względu na pewność ruchu musi być zasilany ze wszystkich kotłów. Napędy własnych potrzeb winny być przyłączone za pośrednictwem transformatorów do szyn głównych, na zasadzie blokowości, tj. wszystkie napędy kotła i turbiny połączone na jedne szyny zasilane z danego generatora, a połączenia sekcji pomiędzy sobą zasilane automatycznie z rezerwowych transformatorów.

Sprawa napędów elektrycznych i parowych jest ostatecznie przesądzona na korzyść elektrycznych. Stosowanie turbinek pomocniczych jest niekonieczne, gdyż zanik napięcia na szynach elektrowni jest prawie niemożliwy. Tylko w wypadkach ciepłowni z odbiorem pary słuszne jest

*) Ob. PE, 1949, z. 9, str. 248—255.

stosowanie dla napędów turbinek przeciwprężnych, nawet stale pracujących.

Rola turbin gazowych jest w energetyce zawodowej przesądzona wskutek ich ograniczonej mocy, rzędu kilkunastu MW. Nie doprowadzą one do zasadniczych zmian. Stosowanie ich uzasadnione jest tam, gdzie istnieje do dyspozycji gaz, np. dla napędu kompresorów w stacjach kompresorowych gazociągów.

Kol. Fischer. Dodatkowa rezerwa w kotłowni jest sprawą kalkulacji. Trzeba się zastanowić, czy nasz przemysł może stworzyć tak dobrą konstrukcję kotła, aby osiągnąć sprawność czasową 95%. Należałoby również ustalić jakie są dopuszczalne różnice w gatunku węgla oraz wymagania co do kwalifikacji personelu obsługi. Trzeba uwzględnić sprawę elastyczności ruchu w elektrowniach blokowych, gdyż istnieje różnica pomiędzy obciążeniem w dzień i w nocy; w szczególności, jaki będzie przyjęty stosunek procentowy obciążenia nocnego do dziennego w elektrowni rzędu 200 MW.

Kol. Zylber podnosi zastrzeżenia w stosunku do gospodarki skojarzonej. Każda turbina (nawet kondensacyjna) jest zaopatrzona w upusty. Upust może być regulowany.

Kol. Dziedzic porusza sprawę turbin gazowych w zastosowaniu do napędów pomocniczych oraz możliwości gazowania węgla pod ziemią w zastosowaniu dla elektrowni wielkich mocy.

Inż. Sajda (Czechosłowacki Związek Elektryków). Istnieje współpraca energetyków polskich i czeskich przy budowie wielkich elektrowni. Należałoby rozszerzyć współpracę w dziedzinie normalizacji i typizacji urządzeń.

Kol. Bilek. Kol. Andrzejewski podał w referacie wyniki, do których doszli konstruktorzy i ruchowcy. Sprawa stosowania bloków wypływała już poprzednio. Kocioł jest tak pewny jak turbina. Już w latach 1933 i 1934 osiągnięto w Belgii nieprzerwaną pracę kotłami w ciągu 10 tysięcy godzin.

Stosowanie połączeń poprzecznych jest uzależnione od kalkulacji kosztów. Jeżeli chodzi o parametry, to ciśnienie dochodzi do ciśnienia krytycznego, natomiast temperatura przegrzania, ograniczona możliwością budowy odpowiednich kotłów, dochodzi do pięciuset kilkudziesięciu stopni. Istnieje tendencja unikania stopniowego podgrzewania pary.

Turbiny gazowe pozwalają uzyskać większą sprawność, lecz stosowanie ich wiąże się z wytrzymałością materiałową. Sprawność zależna jest od temperatury. Obecnie buduje się na 600—650° C. Przyszłość turbin gazowych uzależniona jest więc od uzyskania materiałów wytrzymałych na wyższe temperatury i wtedy zacznie się ich rozwój. Turbiny gazowe mają większą przyszłość od turbin parowych.

Kol. Witwiński. Turbiny gazowe mają szczególne znaczenie w przemysłowych elektrowniach w górnictwie w wypadku zastosowania konstrukcji dla pracy na ubogich gazach o wartości opałowej ok. 1000 cal/m³. Jest to zagadnienie ponętne dla energetyka i pole do współpracy gazowni z siłowniami. Istnieje nadmiar koksu, dlatego należy rozważyć sprawę budowy kotłów na koks, pod kątem uzyskania największej sprawności zespołu energetycznego od złoża węglowego do prądu elektrycznego.

Kol. Andrzejewski. Zagadnienie turbin gazowych zostało poruszone w referacie. W sprawie parametrów pary planuje się stosowanie 80 atn, lecz sprawa jeszcze będzie zadecydowana w najbliższych miesiącach. Ustalenie wysokości parametrów zależne jest od przemysłu, a przede wszystkim od względów konstrukcyjnych i metalurgicznych.

Należy przyznać, że chociaż ZSRR stosuje połączenia poprzeczne, jednak w budowie elektrowni obecnie przeważa kierunek „bloków" ze względu na pewność ruchu wskutek braku dodatkowych połączeń, zaworów. System bloków jest tańszy, wygodniejszy w ruchu i pozwala na lepsze stosowanie automatyki; czy kalkulacyjnie jest tańszy, na to trudno odpowiedzieć, gdyż brak danych statystycznych. Nie można opierać się tylko na doświadczeniu zagranicznym. Należy jeszcze rozważyć, jak wygląda sprawa w naszych warunkach. Jeżeli chodzi o pewność ruchu kotłów, to przy gatunkach węgla o wartości opałowej poniżej 6000 cal/kg można osiągnąć przy dobrej obsłudze 8000 godzin ruchu. Należy prowadzić studia nad uszkodzeniami i tworzeniem się żużla. Nie należy dopuszczać do tworzenia się mostków żużla nad rurami, lecz usuwać żużel silnym drągiem. Każda zmiana winna otrzymać kocioł, za który odpowiada. Przy sumiennej załodze i wyszkoleniu załogi system „bloków" ma przyszłość.

Napęd parowy może być w pewnych warunkach korzystny, np. w elektrowniach przemysłowych, gdzie należy oddawać duże ilości pary do podgrzewania wody. W elektrowniach zawodowych napędy parowe przestały mieć rację bytu. Zagadnienie ciepłowni jest zagadnieniem oddzielnym, wymagającym specjalnego referatu.

Wracając do sprawy turbin gazowych, należy zaznaczyć, że największa elektrownia gazowo-turbinowa posiada zespół o mocy 27 MW. Buduje się również lokomotywy z napędem gazowo-turbinowym. Dla obsługi tuneli aerodynamicznych, gdzie wymagane są wielkie moce wymagające kosztownych doprowadzeń, ma zastosowanie również napęd gazowo-turbinowy. Przy konstrukcjach osiąga się 800° C, lecz chodzi o to, aby materiały były tanie. Obecnie są kosztowne.

Wątpliwe jest, aby turbiny gazowe były konkurencją dla parowych, chyba w elektrowniach szczytowych.

Kotły z końca lat 30-tych nie znosiły wahań obciążenia, nowoczesne dozwalają na obniżenie do 25%.

W ciągu najbliższych 10 lat należy rozwiązać sprawę budowy elektrowni szczytowych.

Na podstawie referatu i dotychczasowej dyskusji wyłaniają się 3 wnioski:

1) Przy projektowaniu nowych elektrowni należy zaniechać nadmiernych rezerw w poszczególnych elementach.

2) Energetyka wraz z przemysłem elektrotechnicznym winny ustalić najkorzystniejsze napięcie dla potrzeb własnych, tj. dokonać wyboru pomiędzy 3 kV i 6 kV.

3) Statystyki eksploatacyjne winny być tak opracowane, aby wnioski z nich wyciągnięte dały podstawy do projektowania nowych elektrowni.

Wnioski 1 i 3 przyjęto bez zastrzeżeń. Wniosek 2 przeszedł po dalszej dyskusji, w której brali udział koledzy Czaplicki, Bilek, Müller, Fischer, Szyszko, Otrębski i Andrzejewski i w której wskazywano, że napięcie 3 kV nie należy u nas do normalnych i dlatego nie należałoby sprawy naprędce decydować. Za 6 kV przemawia ta okoliczność, że jest to napięcie stosowane dla generatorów. Z drugiej strony planowane u nas elektrownie rzędu 200 MW mają mieć napięcie 3 kV dla potrzeb własnych. Jeżeli zadecydujemy to dla elektrowni, to sprawa będzie zdecydowana również w przemyśle; odpadną wtedy zastrzeżenia w stosunku do 3 kV.

b) Dyskusja nad referatem inż. Al. Zylbera — Zagadnienie turbin w przemyśle*).

Kol. Fischer (koreferent). Większość przemysłów ma układ energetyczny dostosowany do przeróbki pary dla celów technologicznych. W okresie powojennym zagadnienie przeszło na wytwarzanie energii elektrycznej jako energii odpadkowej. Kol. Zylber postawił po raz pierwszy w sposób rzeczowy zagadnienie kondensacji z punktu widzenia ekonomii całego zakładu. Zagadnienie sprowadza się do czystej kalkulacji.

Krzywa obciążeń na rok 1955 wykazuje głęboką dysproporcję między szczytem wieczornym a nocą. Z tego względu zagadnienie kondensacji sprowadza się do pracy w godzinach szczytu. Wielkie siłownie pracują bowiem ekonomiczniej. Z tego względu możemy ograniczyć się do rozważania szczytowego wyzyskania elektrowni przemysłowych.

Istnieją dwa wypadki, które należałoby rozważyć:

1) kiedy krzywa obciążenia elektrycznego pokrywa się z obciążeniem cieplnym, tj. kiedy szczyt pary zgodny jest z państwowym szczytem zapotrzebowania energii elektrycznej,

2) kiedy wyżej wymienione szczyty mijają się.

W wypadku pierwszym (równoczesność szczytów) wyzyskanie siłowni przemysłowych odpada, gdyż wtedy zakłady przemysłowe są pełno obciążone, a więc wciągnięcie ich do produkcji energii elektrycznej wymagałoby zwiększenia kotłowni, co przekreśla kalkulacje kol. Zylbera, który opiera się na uniknięciu rozbudowy kotłowni. W tym wypadku trzeba dać pierwszeństwo wielkim siłowniom zawodowym.

*) Ob. tekst referatu w niniejszym zeszycie, str. 83-88

W wypadku drugim pewna ilość pary jest wolna w zakładach przemysłowych. Jednak czy kalkulacja ogranicza się do porównania części kondensacyjnej z całą nitką energetyczną? Zastosowanie kondensacji wymaga rozbudowy piwnic, zmian w konstrukcji budynku oraz rozwiązania zagadnienia zaopatrzenia w wodę chłodzącą. Dalej należy wziąć pod uwagę względy eksploatacyjne. Kondensacja w zakładach przemysłowych wymaga liczniejszej obsługi (pompy). Ewentualnie opłacałaby się tylko w godzinach szczytu; istnieje jednak wątpliwość, czy właśnie wtedy zakłady będą mogły podporządkować się rozrządcy.

Wniosku kol. Zylbera nie można rozpatrywać bez rozpatrzenia wykresów obciążeń. Trzeba podać kalkulację inwestycyjną i eksploatacyjną oraz uwzględnić wszystkie momenty ruchowe. Wniosek kol. Zylbera jest rozważany na innym terenie, należy więc zostawić tamtemu torowi wolną drogę dla rozpatrzenia i powzięcia decyzji.

Kol. Szyszko. Zagadnienie sprowadza się do rodzaju turbin. Turbiny kondensacyjne odpadają jako konkurencja dla zakładów przemysłowych. Obciążenie pary w zakładzie przemysłowym jest rzadko równomierne. Jeżeli zakład pracuje tylko na dwie zmiany, to w nocy nie ma zapotrzebowania dla pary. Również istnieje różnica między latem a zimą, gdyż zapotrzebowanie w lecie wynosi o połowę mniej. W szczycie powstaje jeszcze ok. 30% nadmiaru pary, którą można zużyć dla części kondensacyjnej.

Wprawdzie produkcja w elektrowniach zawodowych jest tańsza, lecz według obliczenia różnica waha się w granicach 5—6%, natomiast jeżeli chodzi o koszt koniecznych inwestycji, sprawa wygląda inaczej.

Zakłady przemysłowe mają z reguły kotłownie dostosowaną do największego zapotrzebowania oraz jeden kocioł zapasowy, aby uniknąć postoju wykańczalni. Z tego wynika, że wydajność kotłowni jest nie wyzyskana w ciągu 2 zmian, a tym więcej w ciągu 3-ciej zmiany. Kotły trzeba zatrzymywać, a wiemy jaki posiada to wpływ na ich trwałość. Według obliczeń zużycie węgla na doprowadzenie kotłowni do normalnego obciążenia wynosi 8—10% i wtedy wyrównywa się koszt w stosunku do elektrowni zawodowych. Koszt 1 kW w zakładzie przemysłowym wynosi 100 000 zł przy zastosowaniu turbiny upustowo-kondensacyjnej i 200 000 zł przy turbinie przeciwprężnej. Stosowanie turbin wyłącznie przeciwprężnych jest więc nieuzasadnione, gdy zakład przemysłowy musi produkować energię elektryczną dla własnych potrzeb. Ruch siłowni przemysłowej musi być skoordynowany z ruchem sieciowym.

We włókiennictwie postój 20—30-minutowy wytwarza już olbrzymie straty. W zakładzie liczącym 2000 robotników przynosi to stratę 1000 robotniko-godzin i dezorganizację produkcji. Trzeba brać to pod uwagę. W zakładach produkujących sztuczne włókno straty są jeszcze większe. Dlatego trzeba mieć 300% pewności, gdyż transformatory mogą zawieść. Gdy elektrownia zawodowa zawiedzie, wtedy ciepłownia winna być samowystarczalna. Sprawa musi być gruntownie rozpatrzona z punktu widzenia ogólno-państwowej oszczędności.

Kol. Fischer. Sprawa wyzyskania zakładów przemysłowych może być tylko wtedy aktualna, kiedy istnieje wolna moc w okresie szczytu państwowego.

W przyszłości będzie istniała dostateczna pewność zasilania zakładów przemysłowych, gdyż zakłady będą zasilane dwustronnie. Przy założeniach na przyszłość nie można się opierać na dotychczasowych trudnościach zasilania.

Kol. Proppe. Zakłady przemysłowe będą zawsze miały parę przede wszystkim dla swoich potrzeb. Potrzebną moc mogą mieć przez przepuszczanie pary przez turbinę przeciwprężną. Sieć państwowa będzie pewna, więc zakłady winny brać resztę zapotrzebowania z sieci.

Elektrownie zawodowe są większe i ekonomiczniejsze. Ustawienie turbozespołu zaczepowego nie wykorzystanego obniża sprawność, co pogorszy jeszcze sprawę elektrowni przemysłowych na korzyść elektrowni zawodowych.

Zagadnienie sprowadza się do tego: czy powiększyć moc elektrowni zawodowych, czy rozdzielić na drobne moce w elektrowniach przemysłowych i to tylko wtedy, kiedy zapotrzebowanie pary przez zakład nie jest równoczesne ze szczytem sieciowym. Najważniejsza jest ekonomia eksploatacji i sprawne dysponowanie mocą. Z tych względów wypowiadamy się przeciw rozbudowie zakładów dla produkcji energii elektrycznej na potrzeby sieci państwowej.

Kol. Zylber (odpowiedź na wysunięte zastrzeżenia). Zagadnienie równoczesności szczytów: powiązanie jest słuszne, lecz dotyczy tylko jednej części referatu. Należy odróżnić trzy odrębne zakresy obciążeń poruszanych w referacie. Dwa ostatnie zakresy nie mają związku z wytwórczością szczytów, gdyż wtedy nie chodzi o parę grzejną. Pierwszy zakres, kiedy szczyty przypadają równocześnie, trzeba zbadać indywidualnie. Szczyt trwa tylko przez niewielką liczbę godzin. Trzeba wykreślić uporządkowaną krzywą i dopiero po zorientowaniu się w liczbie godzin, określić kalkulację oszczędności. Są wypadki, że obciążenie ma przebieg zmienny.

Sprawa kosztów: według danych Theimera nadwyżka kosztów na 1 kW zainstalowany w turbinie kondensacyjnej ciepłowni kalkuluje się obecnie w wysokości 2500 KC już z kosztem powiększenia budynku i zaopatrzenia w wodę chłodzącą, natomiast koszt jednego kW zainstalowanego w samodzielnej elektrowni kondensacyjnej ok. 8000 do 10 000 KC. Koszty są większe, gdy chodzi o paliwo, lecz mniejsze, jeżeli chodzi o amortyzację i konserwację. Wynoszą one ok. 8%. Przepał w elektrowni przemysłowej wynosi ok. 25% więcej od przepału w elektrowni zawodowej, co czyni ok. 0,15 kg/kWh. Przy 6000 godzin rocznego wyzyskania mocy wynosi to 900 kg węgla zużytego więcej na jeden kW zainstalowany, czyli ok. 1000 zł. Jest to znacznie mniej niż oszczędność na kosztach konserwacji i amortyzacji.

Prócz powyższych korzyści należy wziąć pod uwagę zaoszczędzenie środków pieniężnych na inwestycje.

Należałoby większe zakłady przemysłowe rozbudować jako elektrownie okręgowe i przejąć dla energetyki.

Wniosek kol. Zylbera przeszedł.

c) Dyskusja nad referatem inż. T. Tomaszkiewicza i inż. J. Wojciechowskiego: Gospodarka cieplna w elektrowniach i jej usprawnienie*).

Dyskusja nie odbyła się z powodu nieobecności autorów. Jedynie kol. Proppe podał zebranym obszerniejsze streszczenie referatu.

Kol. Fischer zwrócił uwagę w związku z referatem, że należałoby jak najprędzej wprowadzić pojęcie węgla normalnego lub podawać w statystykach jednostkowe zużycie węgla w cal/kWh, gdyż w różnych elektrowniach stosowany bywa różny węgiel.

B. Komisja przemysłowa

Przewodniczący kol. Morszłyn, sekretarz kol. Rymkiewicz

Dyskusja nad referatem inż. K. Kassenberga: Metody kontroli jakościowej w procesach technologicznych).**

Na wniosek przewodniczącego dyskusja toczyła się nad następującymi zagadnieniami:

1. Zagadnienie odbioru materiałów, jak dalece wyposażone muszą być fabryczne stacje odbioru i jaki powinien być zakres ich pracy.

2. Dostosowanie zadań kontroli mechanicznej do specyficznych potrzeb przemysłu elektrotechnicznego.

3. Zagadnienie kontroli elektrycznej w stosunku do produkcji indywidualnej i masowej.

4. Sposoby zdobycia kadr kontroli.

Kol. Kojrański. Należy rozstrzygnąć, czy kontrola fabryczna powinna ściśle trzymać się rysunku, czy ma prawo samodzielnego dopuszczania nieistotnych odchyłek wyrobu od rysunku. Wydziały kontroli powinny mieć w swoich ramach laboratoria i warsztaty produkcji sprawdzianów.

Kol. Pietkiewicz. Kontrola nie powinna samodzielnie decydować o dopuszczalnych odchyłkach wyrobu, lecz przekazywać te zagadnienia do biur kontroli i biur fabrycznych. Należy ująć systemy kontroli w pewne charakterystyczne grupy. Warunki techniczne kontroli powinny pozostawać w miejscu, gdzie powstaje koncepcja

*) Ob. PE, 1949, z. 7/8, str. 191—207.
**) Ob. PE, 1949, z. 7/8, str. 184—191.

konstrukcji; określenie miejsc kontroli wypływa z zamierzonego przebiegu procesu technologicznego.

Spotykany jest często objaw „przetolerowania" rysunków, co pociąga za sobą pozorny wzrost braków. Utrzymanie wysokiego poziomu kontroli i dyscypliny pracy wymaga ścisłego trzymania się instrukcji kontrolnych. Wydziały kontroli nie powinny być zaopatrzone w warsztaty i laboratoria specjalne, gdyż w ramach samego wydziału kontroli byłyby one niewyzyskane.

Kol. Jabłoński. Ważne są zagadnienia ścisłej kontroli części używanych do masowej produkcji oraz zagadnienia organizacyjne kontroli — dostosowanie do cech indywidualnych produkcji, konieczności wprowadzania ścisłych instrukcji technologicznych dla zmniejszenia braków wskutek niewłaściwego wykonywania. Istnieją duże możliwości Zakładu Miernictwa GIEl i należy przyśpieszyć prace związane z opracowywaniem norm na surowce, jako jednym z głównych środków podniesienia poziomu produkcji.

Kol. Pluciński. Mówca zapoznaje zebranych z możliwościami laboratorium CBKME w Gliwicach.

Kol. Luberadzka. Wzrastają zadania działów kontroli w związku z centralizacją i koncentracją przemysłu, zapoczątkowaniem produkcji masowej i szczupłością kadr produkcyjnych. W związku z tym wymaga się znacznego podniesienia kwalifikacji zawodowych pracowników kontroli, która powinna szerzej analizować spostrzeżone braki i wysuwać wnioski w sprawie ulepszenia procesów technologicznych i wyszukania dróg racjonalizacji. Należałoby się zastanowić nad sposobami prawidłowego premiowania brakarzy.

Kol. Żarnecki. Należy zwrócić uwagę na konieczność analizy zadań kontroli w ustroju socjalistycznym i prowadzenia szerokiej akcji instruktorskiej oraz na konieczność ograniczania zadań poszczególnych ogniw kontrolnych do pomiarów właściwych dla danego ogniwa i niepowtarzania tych samych badań.

Kol. Statkiewicz. Plany operacyjne powinny od razu zawierać wskazówki kontrolne i przewidywać układy kontroli. Są to zadania biur fabrykacyjnych. Przemysł aparatowy opracowuje centralnie typowe układy kontrolne i typowe wyposażenie, organizuje kursy dla kontrolerów.

Kol. przewodniczący sumuje wyniki, podkreśla wagę kontroli w ustroju socjalistycznym, wpływ kontroli na akcję racjonalizatorską i współzawodnictwo i zwraca się z apelem do zebranych, aby zagadnienia kontroli stale rozszerzali i doskonalili.

C. Komisja telekomunikacyjna

Przewodniczący kol. Szulkin

Dyskusja nad referatami:

K. **Dietrich**, K. **Konwerska** i J. **Możejko**: **Podstawowe założenia rozbudowy publicznej sieci telekomunikacyjnej w planie sześcioletnim*).**

W. **Mirkowski**: **Telefonizacja wsi w planie sześcioletnim****).

Kol. Możejko. Konieczne jest wydanie nowych tanich podręczników z dziedziny telekomunikacji. Apelujemy do przemysłu o ściśle dotrzymywanie terminów dostaw i zmniejszenie kosztów własnych, co z kolei mogłoby wpłynąć na obniżenie taryf pocztowych.

Kol. Manczarski. Należy zwrócić uwagę na wykorzystanie tzw. prowadnic falowych do celów radiokomunikacji.

Kol. Ignatowicz. Konieczne jest wzmożenie działalności PIT oraz rozwoju szkolnictwa typu wieczorowego i korespondencyjnego. W planie 6-letnim przewiduje się rozbudowę polskiej sieci telekomunikacyjnej przy pełnym wyzyskaniu potencjału polskiego przemysłu. Urządzenia telefonii 12-krotnej będą w planie 6-letnim wprowadzone do asortymentu produkcyjnego; pozwalają one na wyzyskanie istniejących kabli, przy czym krotność wyzyskania będzie powiększać się jak 1:6:12. Urządzenia na kablu koncentrycznym będą zbudowane jako doświadczalne.

Kol. Nieupokojew. Należy skierować do przemysłu apel o produkowanie prostowników transduktorowych.

Kol. Trechciński. W związku z dużą różnorodnością urządzeń telekomunikacyjnych w Polsce powstają trudności przy szkoleniu fachowców. Programy szkolenia powinny uwzględniać ogólne podejście do wszystkich urządzeń tak, aby poznanie poszczególnych typów nastręczało w praktyce jak najmniej trudności.

Kol. Wijasiński. Wychowanie społeczno-polityczne sprzyja rozwojowi współzawodnictwa, racjonalizatorstwa i wynalazczości. Utrzymanie i właściwe wykorzystanie kadr wiąże się ściśle ze sprawą mieszkań dla pracowników.

Kol. Wołoszyn. Materiał instalacyjny powinien być odbierany przy uwzględnianiu głosu z prowincji.

Kol. Szulkin. Telekomunikacja spotykała się dotychczas z niedostatecznym zrozumieniem. Stan zmieni się na lepsze z powstaniem Rady Telekomunikacyjnej. Plan 6-letni położy podstawy do realnej rozbudowy telekomunikacji. Szereg urządzeń doświadczalnych pozwoli na zebranie doświadczenia, nie można przy tym pominąć doświadczenia z terenu. Konieczne jest powiązanie wysiłków radiofonizacji i telefonizacji pewnym kompetentnym organem koordynującym o charakterze współpracy oddolnej w terenie.

Polski przemysł telekomunikacyjny produkuje coraz więcej sprzętu. Jakość produkcji musi również stale wzrastać.

Akcja szkolenia korespondencyjnego powinna być stworzona przy politechnikach, liceach itp.

Z ubolewaniem należy stwierdzić brak referatów i dyskusji z dziedziny radiotechniki.

7. Uchwały Walnego Zgromadzenia

powzięte 11 września 1949 r.

I

XV Walne Zgromadzenie SEP stwierdza, że:

1) przy projektowaniu i budowie wzorowych elektrowni należy zrezygnować z tradycyjnie stosowanych rezerw w poszczególnych elementach, podnosząc jednocześnie wymagania co do jakości urządzeń i ich eksploatacji;

2) statystyki eksploatacyjne winny być tak opracowane, aby analiza ich dawała podstawy do projektowania nowych zakładów elektrycznych.

II

XV Walne Zgromadzenie SEP wzywa wszystkich członków Stowarzyszenia do wytężonej pracy nad zmniejszeniem kosztów własnych produkcji artykułów inwestycyjnych i nad potanieniem projektowania i wykonawstwa inwestycyjnego, by w ten sposób powiększyć rzeczowy plan inwestycyjny, utrzymując się w granicach limitów finansowych wyznaczonych przez Rząd.

III

XV Walne Zgromadzenie SEP uważa za konieczne uwzględnienie wszelkich możliwości, jakie daje nowoczesna elektrotechnika przy opracowywaniu planów technicznych przemysłu budownictwa i transportu. Ze względu na to, że możliwości te mogą być niedostatecznie znane nieelektrykom, Walne Zgromadzenie stawia przed ogółem elektryków postulat realnej pomocy przy opracowywaniu planów technicznych w różnych gałęziach gospodarki narodowej. Pomoc ta powinna zapewnić wprowadzenie do planów mechanizacji i automatyzacji oraz poprawienie warunków pracy człowieka w maksymalnym wymiarze.

*) Ob. PE, 1949, z. 7/8, str. 207—211.
**) Ob. PE, 1949, z. 7/8, str. 211—216

W wykonaniu tego zadania powinny wziąć udział:

1) Oddziały SEP i Centralny Referat Odczytowy przez propagowanie zagadnienia mechanizacji, automatyzacji, zdalnego sterowania, nowoczesnego oświetlenia itp. wśród nieelektryków;

2) Główny Instytut Elektrotechniki oraz biura projektów i konstrukcyjne przez opracowanie konkretnych rozwiązań;

3) przemysł elektrotechniczny przez wstawienie odpowiednich pozycji do planu produkcyjnego.

IV

XV Walne Zgromadzenie SEP uznając w pełni kluczowe znaczenie przemysłu elektrotechnicznego i zaniepokojone trudnościami, które przemysł ten napotyka wskutek niedostatecznego zaopatrzenia w nowoczesne surowce i materiały izolacyjne, zwraca się z wezwaniem do kolegów zorganizowanych w Stowarzyszeniu Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego o dołożenie maksymalnych wysiłków dla pokonania trudności w opanowaniu produkcyjnym tego zagadnienia.

Elektrycy zorganizowani w Stowarzyszeniu Elektryków Polskich wzywają kolegów chemików do współpracy nad rozwojem przemysłu materiałów izolacyjnych w przekonaniu, że współpraca ta da w ciągu planu 6-letniego znaczne poprawienie jakości i zmniejszenie kosztów własnych produkcji, a przez to umożliwi wykonanie w ramach tych samych limitów finansowych większego rzeczowego planu produkcji artykułów inwestycyjnych.

V

XV Walne Zgromadzenie SEP wyraża przekonanie, że byłoby celowe poddanie — analogicznie do planów przemysłu i planów eksploatacji telekomunikacyjnej — również planu rozwojowego polskiej radiofonii pod ocenę czynnika społeczno-technicznego Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

VI

Rozwój i modernizacja sieci telekomunikacyjnej założone w planie 6-letnim wymagają poważnego wysiłku.

Dotychczasowy stan współpracy na tym odcinku między czynnikiem naukowo-technicznym, produkcyjnym i eksploatacyjnym nie gwarantuje sprawnego tempa modernizacji sieci telekomunikacyjnej.

Konieczne jest należyte powiązanie pracy Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego z konkretnymi potrzebami eksploatacji i przemysłu telekomunikacyjnego przy opracowaniu i wprowadzeniu do użytku nowych typów urządzeń telekomunikacyjnych.

VII

XV Walne Zgromadzenie SEP stwierdza, iż jednym z najbardziej decydujących elementów realizacji planu 6-letniego jest uzyskanie odpowiednich kadr technicznych.

Dla właściwego rozwiązania tego zadania należy:

1) Rozszerzyć istniejące zakłady szkoleniowe na wszystkich szczeblach, a zwłaszcza na wyższym.

2) Zważywszy, iż nie da się jednak uzyskać potrzebnej ilości fachowców w drodze normalnego szkolenia, należy zwrócić szczególną uwagę na szkolenie typu skróconego i specjalnego, a w pierwszym rzędzie na szkoły i kursy wieczorowe i korespondencyjne. Szkoły i kursy takie powinny objąć wszystkie szczeble szkolenia łącznie z inżynierskim.

3) Dla uzupełnienia wiedzy fachowców należy dołożyć starań w celu uzyskania praktyk zagranicznych, zwłaszcza w Związku Radzieckim.

4) Należy przyśpieszyć wydanie kompletu tanich podręczników na wszystkich szczeblach szkolenia, a zwłaszcza niższym i średnim.

5) W celu bardziej ekonomicznego wykorzystania czasu na szkolenie należy programy szkolenia poddać rewizji, skreślając zwłaszcza materiał opisowy tyczący przestarzałych typów urządzeń.

6) Przy szkoleniu kadr technicznych należy zwrócić większą niż dotychczas uwagę na wychowanie społeczno-polityczne, co w konsekwencji będzie sprzyjać rozwojowi racjonalizatorstwa, współzawodnictwa i wynalazczości.

7) Należy przeprowadzić planową akcję wyszukiwania talentów technicznych wśród robotników i techników.

8) Dla najbardziej celowego wykorzystania kadr fachowych należy planowo kierować absolwentów szkół technicznych do miejsc pracy.

VIII

XV Walne Zgromadzenie SEP stwierdza, że rozbudowa biur konstrukcyjnych stanowi niezbędny warunek rozwoju przemysłu elektrotechnicznego, co winno znaleźć swój wyraz w planie 6-letnim przez zapewnienie dopływu odpowiednich sił fachowych, zorganizowanie ścisłej współpracy biur konstrukcyjnych z Głównym Instytutem Elektrotechnicznym oraz zaopatrzenie tych biur w odpowiednie wyposażenie, laboratoria, centra doświadczalne itp. W szczególności pilnym zagadnieniem jest budowa stacji wielkich mocy.

W zakresie konstrukcji, których opracowanie przekracza jeszcze obecnie możliwości biur konstrukcyjnych przemysłu elektrotechnicznego, należy jak najszybciej uzyskać licencje i pomoc techniczną z zewnątrz, w pierwszym rzędzie ze strony ZSRR i państw Demokracji Ludowej.

IX

W związku z szeroko zakrojonym na okres planu 6-letniego planem inwestycyjnym w dziedzinie trakcji elektrycznej i wobec dalszych perspektyw dynamicznego rozwoju elektryfikacji kolei XV Walne Zgromadzenie SEP uważa za konieczne zwrócenie uwagi odpowiednich czynników na potrzebę znacznego zwiększenia dopływu sił fachowych wyspecjalizowanych w trakcji elektrycznej.

X

XV Walne Zgromadzenie SEP wzywa Zarząd Główny SEP do przyśpieszenia prac nad opracowaniem wytycznych toku postępowania przy ubieganiu się o przyznanie stopnia inżyniera.

XI

XV Walne Zgromadzenie SEP jest świadome niezmiernej wagi, jaką dla realizacji planu Państwa, a zatem i dla budowy ustroju socjalistycznego w Polsce ma współpraca nauki i techniki.

Nieodzownym warunkiem współpracy dającej rzeczywisty postęp techniczny jest:

1) Całkowite włączenie się techników naukowców w nurt ogólnopaństwowego planowania.

2) Jak najwydatniejsze wykorzystanie sił ludzkich i wyposażenia instytutów.

3) Wciągnięcie ogółu pracowników instytutów do wielkiego ruchu współzawodnictwa.

4) Zorganizowanie współpracy zespołowej między pracownikami naukowo-technicznymi a pracownikami zatrudnionymi bezpośrednio w produkcji lub eksploatacji.

5) Występowanie z inicjatywą w sprawie tematyki instytutu zarówno przez instytuty, jak i czynniki produkcyjne i eksploatacyjne.

Zjazd wyraża przekonanie, że ożywiona dyskusja, jaka rozwinęła się na temat współpracy między nauką i techniką, zapewnia bardziej owocne współdziałanie obu czynników.

XII

XV Walne Zgromadzenie SEP:

1) Biorąc pod uwagę wielkie potrzeby elektrotechniki morskiej uważa za niezbędne jak najszybsze objęcie tej dziedziny pracami naukowo-technicznymi.

2) Zwraca uwagę, że należy rozpatrzyć sprawę uruchomienia badań naukowo-technicznych w dziedzinie elektromedycyny, automatyzacji i telemechaniki, elektrotechniki rolniczej, elektrochemii i chemii akumulatorowej, techniki kablowej.

3) Doceniając znaczenie ustalenia właściwych norm zużycia energii elektrycznej na jednostkę wyrobu dla sporządzenia prawidłowych planów produkcji energii oraz dla właściwego postawienia akcji oszczędności energii, uważa za konieczne podjęcie przez właściwe czynniki prac nad ustaleniem powyższych norm.

Analiza statystyki wypadków podczas pracy przy urządzeniach elektrycznych w 1947 r.

Komunikat Komitetu Bezpieczeństwa pracy SEP

1. Materiały statystyczne.

Opracowanie niniejsze stanowi dalszy ciąg rozpoczętej w roku ubiegłym analizy zbiorowej wypadków podczas pracy przy urządzeniach elektrycznych za r. 1946*). Aczkolwiek materiały za r. 1947 obejmują już znaczną część wypadków wymienionego typu, zgłoszonych do Zakładu Ubezpieczeń Społecznych**), jednak jakość tych materiałów pozostawia wciąż jeszcze bardzo wiele do życzenia. Dotyczy to przede wszystkim opisów przebiegu wypadków, które wykazują przeważnie nieznajomość zagadnień elektrotechnicznych, a w szczególności niebezpieczeństw pracy przy urządzeniach elektrycznych oraz metod obrony przed tymi niebezpieczeństwami ze strony osób sporządzających opisy, jak również nierzadko niedbalstwo przy wypełnianiu obowiązujących formularzy doniesienia o wypadku. Jako typowe przykłady wadliwości opisów można przytoczyć następujące doniesienia w dosłownym brzmieniu:

P r z y k ł a d 1. „Poszkodowany uczeń W. H. dotknął maszyny, która elektryzowała, ulegając wypadkowi z własnej winy, gdyż na wymienionej maszynie nie pracował".

P r z y k ł a d 2. „Przy wkładaniu wtyczki w kontakt nastąpiło zwarcie. Płomień powstały przy zwarciu oparzył poszkodowanemu K. S. palec wskazujący prawej ręki. Nieostrożność poszkodowanego".

P r z y k ł a d 3. „Z. załączał wyłącznik od transformatora, przy czym powstał łuk płomienia i wymieniony doznał poparzenia. Oczywisty przypadek".

Jak widać z tych opisów, nie uwzględniają one istotnych dla akcji zapobiegawczej czynników i okoliczności wypadku, jak rodzaj prądu i wysokość napięcia, a także bliższych danych o urządzeniu oraz o miejscu, w którym zdarzył się wypadek. Również podawane w opisach przyczyny wypadków, jak „z własnej winy", „nieostrożność poszkodowanego", „oczywisty przypadek" itp., nie posiadają w zasadzie znaczenia dla akcji zapobiegawczej, gdyż wiadomo powszechnie, że we wszystkich prawie wypadkach czynniki te odgrywają większą lub mniejszą rolę, rola ta jest przy tym wynikiem oceny subiektywnej ze strony osoby sporządzającej opis wypadku, oceny — niejednokrotnie niezgodnej z istotnym stanem rzeczy.

Brak dokładnych opisów przebiegu wypadku oraz okoliczności, w których wypadek się zdarzył, odbija się dotkliwie na wielkości mas obserwacyjnych przy sporządzaniu zestawień statystycznych. W niektórych przypadkach brak odpowiednich danych redukuje materiał obserwacyjny prawie do połowy. Tak np. w podanym niżej zestawieniu wypadków według zawodu poszkodowanych brak danych potrzebnych do rozsegregowania materiału występuje w 45% opisów (na ogólną liczbę 371 wypadków — brak danych w 166 wypadkach).

2. Podział wypadków według gałęzi gospodarki.

Dla planowej akcji przeciwwypadkowej najistotniejszą sprawą jest wykrycie głównych źródeł wypadków, zacznijmy więc od podziału wypadków według gałęzi gospodarki (tabl. I).

T a b l i c a I

Gałąź gospodarki	Liczba wypadków			
	nap. niskie	nap. wysokie	brak danych	razem
1. Górnictwo	13 (7)	22 (3)	23 (2)	58 (12)
2. Hutnictwo	8 (—)	6 (—)	10 (1)	24 (1)
3. Przemysł metalowy	25 (2)	2 (1)	5 (1)	32 (4)
4. „ elektrotechniczny	5 (1)	3 (1)	1 (—)	9 (2)
5. „ chemiczny	11 (1)	4 (2)	1 (—)	16 (3)
6. „ włókienniczy	16 (2)	2 (—)	8 (1)	26 (3)
7. „ papierniczy	8 (1)	1 (—)	5 (—)	14 (1)
8. „ spożywczy	16 (4)	— (—)	4 (—)	20 (4)
9. „ budowlany	8 (1)	4 (1)	2 (—)	14 (2)
10. Energetyka	27 (2)	28 (12)	16 (2)	71 (16)
11. Transport i komunikacja	27 (3)	13 (—)	10 (—)	50 (3)
12. Rolnictwo i leśnictwo	3 (3)	5 (4)	2 (1)	10 (8)
13. Inne gałęzie gospodarki	18 (—)	3 (—)	6 (2)	27 (2)
O g ó ł e m	185 (27)	93 (24)	93 (10)	371 (61)

U w a g a. Liczby w nawiasach dotyczą wypadków śmiertelnych.

Największą l i c z e b n i e grupę — ze zrozumiałych zresztą względów — stanowią wypadki przy urządzeniach elektrycznych w energetyce. Drugą z kolei, niewiele mniejszą grupę, wykazuje górnictwo; dalej idą transport i komunikacja, przemysł metalowy, włókienniczy i hutniczy. Grupy te obejmują łącznie ponad 70% ogólnej liczby wypadków przy urządzeniach elektrycznych.

Pod względem c i ę ż k o ś c i wypadków na pierwsze miejsce wysuwa się rolnictwo i leśnictwo, gdzie śmiertelność wynosi 80%. Wynika to z tak istotnych przyczyn, jak brak kwalifikowanego personelu i instalowania wielu urządzeń na otwartej przestrzeni. Na drugim miejscu pod względem ciężkości wypadków znajduje się energetyka (śmiertelność 23%), dalej górnictwo (śmiertelność 20%) i przemysł spożywczy (śmiertelność 20%). O wysokiej śmiertelności w energetyce decydują wypadki przy urządzeniach wysokiego napięcia, natomiast na stosunkowo wysoką śmiertelność w górnictwie i przemyśle spożywczym posiadają zapewne wpływ specjalne warunki pracy (duża wilgotność w kopalniach i magazynach oraz stosowanie nieprzepisowych narzędzi i lamp ręcznych zasilanych prądem elektrycznym).

Duży wpływ na ciężkość wypadków posiada w y s o k o ś ć n a p i ę c i a. Tak np. przy niskim napięciu śmiertelność wypadków jest poniżej 15%, przy wysokim wynosi ok. 26%. Dlatego też należy zwrócić specjalną uwagę na właściwe środki zabezpieczające i ratownictwo porażonych przy wysokim napięciu, tym bardziej że bezwzględna liczba porażeń śmiertelnych przy wysokim napięciu (24) jest nie o wiele mniejsza niż przy niskim (27).

Należy zwrócić uwagę na specjalnie dużą śmiertelność wypadków elektrycznych w stosunku do wypadków przy pracy, spowodowanych innymi przyczynami. Według danych ZUS z r. 1947 ogólna śmiertelność wypadków przy pracy wynosi ok. 1,3%, natomiast śmiertelność wypadków przy urządzeniach elektrycznych za ten sam okres jest kilkanaście razy większa, wynosi bowiem 16,5%.

Ponieważ śmiertelność wypadków przy urządzeniach elektrycznych w innych krajach jest znacznie niższa (np.

*) Por. artykuł inż. I. Barana „Próba analizy statystyki wypadków podczas pracy przy urządzeniach elektrycznych w roku 1946" (PE, 1948, z. 10/11, str. 404).

**) Materiały, którymi dysponuje ZUS, są jeszcze niekompletne, jednak z roku na rok sprawa poprawia się. Analiza niniejsza — dla braku danych — nie obejmuje wypadków nie związanych z zakładami pracy, jak np. w gospodarstwach domowych, w prywatnej gospodarce rolnej itp.

w Szwajcarii — ok. 10%), należy wszcząć intensywną akcję w kierunku właściwej organizacji udzielania pierwszej pomocy w przypadkach porażenia, opartej na nowoczesnych zdobyczach badań lekarskich w tym zakresie, co niewątpliwie przyczyni się do zmniejszenia śmiertelności wypadków tego rodzaju.

Częstotliwość wypadków. Bezwzględna liczba wypadków nie obrazuje wielkości ryzyka wypadków w poszczególnych gałęziach gospodarki. Wyrazem koncentracji wypadków jest stosunek liczby wypadków do liczby zatrudnionych, zwany częstotliwością wypadków. Zestawienie częstotliwości wypadków (na 10 tys. zatrudnionych) w poszczególnych gałęziach gospodarki podaje tablica II.

Tablica II

Gałąź gospodarki	Liczba wypadków	Liczba zatrudn. (w tys.)	Liczba wypadków na 10 tysięcy zatrudn.
1. Górnictwo	58	279	2,08
2. Hutnictwo . . .	24	116	2,07
3. P. metalowy	32	205	1,56
4. P. elektrotechniczny .	9	22	4,09
5. P. chemiczny . . .	16	76	2,10
6. P. włókienniczy . .	26	257	1,01
7. P. papierniczy . . .	14	30	4,67
8. P. spożywczy . . .	20	216	0,93
9. P. budowlany . . .	14	97	1,44
10. Energetyka	71	43	16,50
11. Rolnictwo i leśnictwo	10	75	1,33
12. Inne gałęzie gospodarki	77	440	1,75
Razem	371	1 856	1,99

Jak było do przewidzenia, częstotliwość najwyższą wykazuje energetyka. Dla akcji zapobiegawczej istotną miarą obok liczebności i częstotliwości jest również ciężkość wypadków. Najprostszą miarą ciężkości jest stosunek liczby wypadków śmiertelnych do liczby wypadków zgłoszonych. Miara ta jednak przy małych masach obserwacyjnych jest w dużym stopniu uzależniona od wahań losowych. Z tego względu przy dalszych rozważaniach będziemy używać innego wskaźnika ciężkości, mianowicie określonego wzorem:

$$C = \left(Z + \frac{371}{61}\,S\right) : 2\,Z = 0{,}5 + 3{,}04\,\frac{S}{Z},$$

w którym Z oznacza liczbę wypadków zgłoszonych, S — śmiertelnych.

Wzór został tak skonstruowany, że przeciętny wskaźnik ciężkości dla wszystkich gałęzi gospodarki wynosi 1. Odchylenia od tej wartości, obliczone dla poszczególnych gałęzi gospodarki, przedstawiają bardziej miarodajny obraz ciężkości wypadków niż śmiertelność.

Iloczyn liczebności wypadków i wskaźnika ciężkości nazywamy ważkością wypadków, iloczyn zaś częstotliwości i wskaźnika ciężkości — częstotliwością ważoną wypadków.

Wielkości te dla poszczególnych gałęzi gospodarczych podaje tablica III.

Tablica III

Gałąź gospodarki	Liczba wypadków	Wskaźnik ciężkości wypadków	Ważkość wypadków	Częstotliwość ważona wypadków
1. Górnictwo	58 (12)	1,13	65,5	2,35
2. Hutnictwo	24 (1)	0,63	15,1	1,30
3. Przemysł metalowy	32 (4)	0,88	28,1	1,37
4. „ elektrotechniczny	9 (2)	1,18	10,6	4,83
5. „ chemiczny	16 (3)	1,07	17,1	2,25
6. „ włókienniczy	26 (3)	0,85	22,1	0,86
7. „ papierniczy	14 (1)	0,72	10,1	3,36
8. „ spożywczy	20 (4)	1,11	22,2	1,03
9. „ budowlany	14 (2)	0,94	13,2	1,35
10. Energetyka	71 (16)	1,18	83,8	19,50
11. Rolnictwo i leśnictwo	10 (8)	2,93	29,3	3,90
12. Inne gałęzie gospodarki	77 (5)	0,70	53,9	1,22
Razem	371 (61)	1,00	371,0	1,99

Uwaga. Liczby w nawiasach dotyczą wypadków śmiertelnych.

Jak widać z tej tablicy, na pierwsze miejsce zarówno pod względem ważkości wypadków, jak i ich częstotliwości ważonej wysuwa się energetyka, na drugim miejscu pod względem ważkości znajduje się górnictwo, na trzecim — rolnictwo i leśnictwo. Miejsce to wynika dla rolnictwa i leśnictwa nie z liczebności, lecz ze specjalnie dużego wskaźnika ciężkości wypadków. Dalsze miejsce zajmują przemysły metalowy, włókienniczy i spożywczy, a więc te gałęzie przemysłu, które posiadają wiele maszyn o napędzie elektrycznym.

3. Urządzenia elektryczne.

Niemniej istotne dla akcji zapobiegawczej od ustalenia źródeł wypadków jest określenie urządzeń, przy których wypadki najczęściej się zdarzają. Zestawienie liczb wypadków przy różnych urządzeniach elektrycznych podaje tabl. IV.

Największą liczebnie grupę stanowią wypadki przy przewodach nieizolowanych, szynach zbiorczych i drutach ślizgowych. Te ostatnie szczególnie często bywają przyczyną wypadków w kopalniach węgla i wobec panującej tam wilgotności kończą się nierzadko śmiercią poszkodowanego.

Jako typowy przykład tego rodzaju przypadków można przytoczyć następujący opis:

Przykład 4. „Poszkodowany N. L. po ukończonej dniówce jechał pociągiem pod szyb. Wraz z poszkodowanym siedziało jeszcze trzech innych robotników w jednym wozie kopalnianym. Po zatrzymaniu pociągu na dworcu osobowym trzech robotników wysiadło z wozu, a poszkodowany wysiadł ostatni. Podczas wysiadania poszkodowany dotknął głową do drutu ślizgowego pod napięciem, ponosząc śmierć na miejscu".

Wydaje się, że celowym zabezpieczeniem przed wypadkami tego typu byłoby stosowanie w górnictwie zamiast hełmów stalowych hełmów z odpowiednio wytrzymałej mechanicznie masy izolacyjnej. W Związku Radzieckim stosuje się z powodzeniem hełmy takiego rodzaju.

Drugą z kolei liczebnie największą grupę stanowią wypadki przy wyłącznikach, przełącznikach, odłącznikach itp. Pominąwszy wadliwą konstrukcję niektórych wyłączników, należy podkreślić, że w wielu przypadkach główną przyczyną są niewystarczające kwalifikacje i związana z tym nieznajomość konstrukcji i sposobów działania wyłączników, o czym świadczą następujące opisy wypadków przy tych urządzeniach:

Przykład 5. „Poszkodowany monter T. I. miał podtrzymywać drabinę, na której P. wymieniał uszkodzone izolatory przepustowe w stacji transformatorowej. Dla przyśpieszenia pracy wszedł na drabinę, przeszedł na zainstalowany odłącznik 3-biegunowy linii napowietrznej 15-kilowoltowej wspierając się przedudziem o szyny zbiorcze. Przewody wchodzące do stacji były odłączone, zaniedbano jednak uziemienia i zwarcia. W pewnym momencie nastąpiło poparzenie".

Przykład 6. „Poszkodowany S. A. elektromonter zajęty był badaniem silnika elektrycznego, mającego zwarcie. Poszkodo-

wany odkrył ochronną pokrywę samoczynnego wyłącznika chcąc się przekonać, czy styki wyłącznika są w porządku, a następnie włączył silnik pod prąd. Ponieważ wyłącznik przytrzymywany był ręką celem uniemożliwienia automatycznego jego wyłączenia, nastąpiło zwarcie, przy czym poszkodowany stojąc w odległości 30 cm od wyłącznika uległ poparzeniu łukiem elektrycznym".

Trzecią z kolei grupę urządzeń elektrycznych przysparzającą wiele wypadków stanowią narzędzia ręczne, jak lampy przenośne, wiertarki, spawarki, kolby lutownicze itp. Główną przyczyną wypadków przy tych urządzeniach jest przerzut napięcia na części metalowe nie znajdujące się normalnie pod napięciem. Urządzenia tej grupy rzadko tylko odpowiadają obowiązującym przepisom (obniżone napięcie, uziemienie). Szczególnie często stosuje się zamiast przepisanych lamp przenośnych żarówki w zwykłych metalowych oprawkach. Oto kilka opisów wypadków typowych dla tego rodzaju urządzeń.

Przykład 7. „Farbiarz P., chcąc przyświecić rymarzowi zszywającemu pas, zdjął ze ściany prowizorycznie zawieszoną na gwoździu zwykłą żarówkę elektryczną w metalowej oprawie. Z chwilą, gdy znalazł się na miejscu, gdzie na podłodze była nagromadzona woda, został porażony prądem elektrycznym, ponosząc śmierć na miejscu. Napięcie sieci 220 V".

Przykład 8. „Poszkodowany szofer K. E. regulował sprzęgło w samochodzie posługując się lampą przenośną: otwierając drzwi samochodu przez nieostrożność zawiesił sznur od lampy, po czym zatrzasnął za sobą drzwi; na skutek tego nastąpiło uszkodzenie izolacji, przerzut napięcia na karoserię, a w następstwie śmiertelne porażenie".

Przykład 9. „Podczas wiercenia dziur elektryczną wiertarką ręczną w dymnicy kotła poszkodowany pomocnik ślusarski D. F. nagle zesztywniał. Nieprzytomny przewrócił się na dno dymnicy. Wypadek śmiertelny".

Niewiele mniejszą grupę pod względem liczebności od omawianych ostatnio wypadków z narzędziami ręcznymi, stanowią wypadki spowodowane czynnościami przy bezpiecznikach, a w szczególności przy ich wymianie. Zasadniczą przyczyną wypadków tego typu jest wymiana bezpieczników pod napięciem, co jest niebezpieczne zarówno na liniach obciążonych jak i nieobciążonych, jak o tym świadczą następujące opisy wypadków przy tych urządzeniach.

Przykład 10. „Zabity M. K. zatrudniony w charakterze elektromontera od 1938 r. udał się w asyście drugiego montera na podstację rozdzielczą w Ł., gdzie miał wymienić bezpieczniki wysokiego napięcia 6 kV. Po wejściu do podstacji nie sprawdził istniejących połączeń i nie wyłączył bezpieczników spod napięcia, mimo że drążek izolacyjny do tego celu znajdował się na podstacji. Chwycił jedną ręką za uziemioną konstrukcję wsporczą a drugą za bezpiecznik będący pod napięciem 6 kV. Nastąpiło natychmiastowe porażenie prądem".

Przykład 11. „Poszkodowany monter F. K. miał za zadanie wymienić bezpieczniki. W czasie wyjmowania bezpieczników z szyn 15-kilowoltowych nastąpił wypadek śmiertelny. Przyczyn wypadku dokładnie ustalić nie można. Jedyną możliwością porażenia było pominięcie kleszczy i dotknięcie gołą ręką styku bezpiecznika, na co wskazuje silne poparzenie lewej ręki".

Prawie równą powyższej grupie pod względem liczebności jest grupa wypadków przy przewodach izolowanych — stałych. Grupa ta, aczkolwiek stosunkowo liczna, nie wykazuje żadnego wypadku śmiertelnego.

Mniejszą liczebnie grupę wypadków, jednak o stosunkowo dużej śmiertelności, stanowią wypadki przy przewodach izolowanych — ruchomych.

Brak kontroli stanu izolacji takich przewodów jest zazwyczaj przyczyną wypadków tego rodzaju, choć posługujący się tymi przewodami nie zawsze zdają sobie z tego sprawę, jak o tym świadczy następujący opis:

Przykład: 12. „Na polecenie kierownika robót chciałem przeciągnąć wózek z nawiniętym na nim przewodem elektrycznym, doprowadzającym prąd do elektrycznej spawarki. Gdy się dotknąłem wózka, prąd rzucił mnie do kanału w hali parowozowej. Zaznaczam, że spawarka elektryczna była w tym czasie nieczynna. Skąd się wziął prąd na metalowym wózku — nie wiem".

Liczne wypadki są powodowane dotknięciem mas metalowych stałych, nie znajdujących się normalnie pod napięciem (obudowa silników, konstrukcje metalowe). Typowe wypadki tego rodzaju przedstawiają następujące opisy:

Przykład 13. „Poszkodowany F. S. znajdował się na rusztowaniu i odbierał bale, które mu podawano z dołu. W pewnej chwili zachwiał się i chwycił się konstrukcji żelaznej znajdującej się pod napięciem wskutek uszkodzenia izolacji przewodów elektrycznych. W następstwie porażenia prądem poszkodowany stracił mowę i nie był w stanie wołać o pomoc".

Przykład 14. „Poszkodowany M. W. otrzymał dyspozycję naprawy w nieczynnej podstacji kabla oświetleniowego oraz usunięcia elektryzowania barierki. M. W. po usunięciu kabla — przechodząc — dotknął barierki, mimo że wiedział, że barierka jest pod napięciem, wskutek czego nastąpiła śmierć na miejscu. Natychmiastowa pomoc nie dała żadnego rezultatu".

Duża liczba wypadków zdarza się przy wymianie żarówek. Śmiertelność wypadków tego rodzaju wynosi ponad 30%, gdy ogólna śmiertelność wypadków na niskim napięciu wynosi niespełna 15%, a więc jest przeszło 2-krotnie niższa. Jako specjalnie drastyczne wypadki tego typu można przytoczyć następujące przykłady:

Przykład 15. „Poszkodowany uczeń K. W. przy wkręcaniu żarówki został porażony przez prąd o napięciu 220 V i wybiegł przez warsztat o długości około 12 m na podwórze; tam usiadłszy zaczął wymiotować, a po dwudziestu minutach zmarł w obecności lekarza".

Przykład 16. „Przy wykręcaniu żarówki celem zabezpieczenia przed kradzieżą został G. W. porażony prądem elektrycznym (prąd o napięciu 220 V), co spowodowało śmierć".

Wypadki przy drobnym sprzęcie (gniazdka, wtyczki, zaciski itp.) były spowodowane przeważnie wadami izolacji, wadliwą konstrukcją, jak również nieznajomością konstrukcji, co ilustrują następujące przykłady:

Przykład 17. „Poszkodowany T. J. trzymał lampę elektryczną w lewej ręce, oświetlając miejsce pracy; przenosząc lampę połączoną z kablem wtyczką rozdzielczą, obluźnił wtyczkę rozdzielczą, równocześnie dotknął palca wtyczki będącego pod napięciem".

Przykład 18. „Poszkodowany R. J. zgłosił się do montera K. o dołączenie do sieci spawarki elektrycznej; ten połączył mylnie przewód zerowy z zaciskiem fazowym; pomyłka ta nastąpiła wskutek mylnego poinformowania przez R., który z przewodów jest przewodem zerowym. Monter K. wierząc informacji i nie sprawdzając połączenia kazał włączyć spawarkę. Z chwilą dotknięcia ręką wyłącznika spawarki R. doznał porażenia prądem".

Tablica IV

Urządzenia	Niskie napięcie	Wysokie napięcie	Brak danych	Razem
1. Przewody gołe, szyny, druty ślizgowe	33 (6)	39 (13)	29 (4)	101 (23)
2. Przewody izolowane stałe	13 (—)	9 (—)	8 (—)	30 (—)
3. Przewody izolowane ruchome	16 (4)	3 (1)	5 (—)	24 (5)
4. Masy metalowe stałe (obudowa silników i urządzeń, konstrukcje metalowe)	12 (2)	7 (2)	5 (—)	24 (4)
5. Masy metalowe ruchome (obudowy lamp przenośnych, wiertarki, spawarki, kolby lut.)	32 (7)	— (—)	— (—)	32 (7)
6. Wyłączniki (przełączniki, odłączniki itp.)	19 (—)	18 (2)	15 (1)	52 (3)
7. Bezpieczniki (topikowe i wyłączniki samoczynne)	15 (1)	6 (2)	10 (1)	31 (4)
8. Aparaty, przekaźniki	6 (—)	1 (—)	4 (—)	11 (—)
9. Żarówki (oprawki żarówek)	16 (5)	— (—)	— (—)	16 (5)
10. Drobna armatura (gniazdka, wtyczki, zaciski, styki itp.)	10 (2)	4 (1)	5 (—)	19 (3)
11. Inne różne	12 (—)	4 (2)	— (—)	16 (2)
12. Brak danych	1 (—)	2 (1)	12 (4)	15 (5)
Ogółem	185 (27)	93 (24)	93 (10)	371 (61)

Uwaga. Liczby w nawiasach dotyczą wypadków śmiertelnych.

Spośród innych wypadków przy urządzeniach elektrycznych, które spowodowały nie porażenie prądem, lecz inne skutki, należy przytoczyć dwa przykłady eksplozji akumulatorów wskutek zwarcia:

Przykład 19. „Podczas ładowania węgla na elektrowóz poszkodowany W. W. stał na wozie, podczas gdy pracownik P. ruszył z miejsca w celu dogodniejszego dostępu do miejsca ładowania. Wówczas nastąpiła nagła eksplozja spowodowana zwarciem akumulatora. Siłą eksplozji wierzch wozu został wyrwany, a pracownik W. W., wyrzucony w górę, upadł na bruk, doznając stłuczenia prawej nogi".

Przykład 20. „Poszkodowany szofer B. S. był zajęty przy sprawdzaniu kabli przy akumulatorze, podczas czego nastąpiło wewnętrzne zwarcie akumulatora i wybuch, co spowodowało oparzenie gałki ocznej poszkodowanego".

4. Przyczyny wypadków.

Przyczyny wypadków przy różnych urządzeniach elektrycznych nie są jednakowe. Niektóre urządzenia są przyczyną wypadków głównie z powodu nieprzestrzegania przepisów ich budowy, inne zaś wypadki — i tych jest większość — wynikają z nieprzestrzegania przepisów ruchu. Tabl. V przedstawia ogólny obraz wypadków przy urządzeniach i zależności od przyczyn związanych z nieprzestrzeganiem przepisów budowy lub ruchu. Zaznaczyć należy, że podział ten uzależniony jest w wysokim stopniu od czynników subiektywnych, gdyż trudno jest niejednokrotnie stwierdzić, jaka przyczyna posiadała większą wagę w danym przypadku, szczególnie wobec niewystarczających opisów wypadku. Trudno jest np. powiedzieć cokolwiek o przyczynach wypadku na podstawie następującego opisu:

Tablica V

Urządzenia	Praca pod napięciem	Praca nieprzepisowa	Uszkodzenie izolacji	Wadliwe zabezp. lub jego brak	Brak danych	Razem
1. Przewody gołe, szyny, druty ślizgowe	38 (6)	38 (10)	— (—)	16 (6)	9 (1)	101 (23)
2. Przewody izolowane stałe	10 (—)	5 (—)	6 (—)	7 (—)	2 (—)	30 (—)
3. Przewody izolowane ruchome . . .	8 (1)	— (—)	13 (3)	2 (1)	1 (—)	24 (5)
4. Masy metalowe stałe (obud. siln., skrzynki, konstrukcje met. itp.) .	2 (—)	2 (—)	6 (—)	14 (4)	— (—)	24 (4)
5. Masy metalowe ruchome (lampy ręczne, wiertarki, spawarki, kolby) .	— (—)	3 (—)	7 (2)	21 (5)	1 (—)	32 (7)
6. Wyłączniki (przełączniki, odłączniki itp.)	16 (—)	18 (1)	6 (1)	10 (1)	2 (–)	52 (3)
7. Bezpieczniki (topikowe i samoczynne wyłączniki)	26 (3)	4 (—)	— (—)	1 (1)	— (—)	31 (4)
8. Aparaty, przekaźniki	3 (—)	2 (—)	— (—)	3 (—)	3 (—)	11 (—)
9. Żarówki, (oprawki żarówek) . . .	16 (5)	— (—)	— (—)	— (—)	— (—)	16 (5)
10. Drobna armatura, styki, zaciski itp.	8 (—)	3 (2)	2 (1)	6 (—)	— (—)	19 (3)
11. Inne różne	2 (1)	13 (1)	1 (—)	— (—)	— (—)	16 (2)
12. Brak danych	— (—)	— (—)	— (—)	— (—)	15 (5)	15 (5)
Ogółem	129 (16)	88 (14)	41 (7)	80 (18)	33 (6)	371 (61)

Uwaga. Liczby w nawiasach dotyczą wypadków śmiertelnych.

Przykład 21. „Wyłączając wyłącznik olejowy linii wysokiego napięcia na 3000 woltów na tablicy rozdzielczej siłowni, D. doznał porażenia prądem elektrycznym. W niewyjaśniony sposób prąd elektryczny przedostał się na rączkę wyłącznika olejowego, mimo że aparatura łączeniowa posiadała i posiada dobrą i nienaruszoną izolację".

Najczęściej spotykaną przyczyną wypadków jest nieprzestrzeganie przepisu o zakazie pracy pod napięciem. W tych więc przypadkach, w których na podstawie opisu wypadku można było przypuszczać, że napięcie mogło być wyłączone bez szkody dla ruchu, wypadki zaliczano do grupy „praca pod napięciem". Gdy opis wypadku sugerował trudności wyłączenia urządzenia spod napięcia, a nie zastosowano dodatkowych środków bezpieczeństwa, wymaganych normalnie przy pracy pod napięciem, zaliczono wypadki do grupy „praca nieprzepisowa". W grupie przyczyn „wadliwe zabezpieczenie lub jego brak" umieszczono wypadki spowodowane brakiem lub wadliwością stałych urządzeń zabezpieczających (a więc nie tych urządzeń i środków ostrożności, które stosuje się doraźnie podczas pracy pod napięciem) jak uziemienie ochronne, wyłączniki ochronne, transformatorki bezpieczeństwa itp.

Największą liczebnie grupę stanowią wypadki spowodowane pracą pod napięciem. Śmiertelność wypadków tej grupy (12,4%) jest na ogół niższa niż innych wypadków porażenia prądem (16,5%). Wyjątek w tej grupie stanowią wypadki porażenia przy wymianie żarówek, które wykazują śmiertelność 2,5-krotnie wyższą (31%). Następujące opisy dotyczą wypadków przy urządzeniach, które niewątpliwie można było i należało wyłączyć spod napięcia podczas pracy przy nich:

Przykład 22. „Poszkodowany P. Z., uczeń, był zajęty przy naprawie silnika elektrycznego do obrabiarki. W pewnej chwili poszkodowany chciał się podnieść (wykonywał pracę klęcząc) i uderzył brodą w przełącznik znajdujący się pod napięciem 380 V, wskutek czego doznał oparzenia podbródka i lewej strony policzka".

Przykład 23. „Pomocnik warzelniczego S. K., wszedłszy na żelazną pokrywę warnika wiszącą na żórawiu, począł wkręcać żarówkę. Nagle świadek wypadku usłyszał ciche wołanie: „O Jezu", więc odwrócił się w stronę warnika i spostrzegł, że S. K. spadł już z pokrywy na posadzkę".

Przykład 24. „K. A. robotnik przy łączeniu linki oświetleniowej (w czasie zczepiania wagonów) został poparzony prądem".

Mniejszą liczebnie grupę stanowią wypadki spowodowane „pracą nieprzepisową", natomiast śmiertelność ich jest większa niż wypadków pierwszej grupy (16%). Szczególnie dużą śmiertelność w tej grupie wykazują wypadki spowodowane pracą przy przewodach gołych (26%). Następujące przykłady obejmują wypadki przy urządzeniach, których przypuszczalnie nie można było wyłączyć spod napięcia bez szkody dla ciągłości ruchu; wypadków tych można byłoby jednak z pewnością uniknąć, gdyby zastosowane zostały przepisane środki ostrożności.

Przykład 25. „Poszkodowany S. E., uczeń lat 16, zatrudniony był przy naprawie tablicy rozdzielczej. W czasie pracy dotknął ręką przewodu elektrycznego, co spowodowało porażenie".

Przykład 26. „Robotnik sieciowy R. L. otrzymał polecenie uprzątnięcia rozdzielni wysokiego napięcia z resztek materiału instalacyjnego. Między innymi znajdowały się tam 3-metrowe rurki Bergmanna. R. L. założył je na ramię celem przeniesienia; w pewnej chwili końce rurek dotknęły znajdujących się pod napięciem (15 000 V) górnych szyn zbiorczych (pod sufitem), wskutek czego R. L. doznał porażenia prądem wysokiego napięcia. Znajdującemu się bez przytomności pośpieszył z pomocą świadek — współpracownik, stosując sztuczne oddychanie, jednak bezskutecznie".

Jeszcze mniejszą liczebnie grupę, jednak o większej śmiertelności (23%), stanowią wypadki spowodowane brakiem zabezpieczeń lub ich wadliwością. Szczególnie niebezpieczne pod tym względem są przewody gołe i masy metalowe (obudowa urządzeń i narzędzi), przy których wypadki osiągają śmiertelność prawie 30%. Wypadki podczas pracy przy przewodach gołych spowodowane są nierzadko niespodziewanym włączeniem przewodów pod napięcie, co ilustrują poniższe przykłady:

Przykład 27. „Poszkodowany blacharz M. S. zakładał rynnę na dachu, nad którym przeprowadzony jest przewód o wysokim napięciu (6000 V). W owym czasie prąd nie był włączony. W czasie pracy, przy ogólnej próbie przed uruchomieniem zakładów po półmiesięcznym postoju, prąd został włączony. W tym momencie poszkodowany został porażony prądem wskutek dotknięcia karkiem przewodu, znajdującego się nad dachem zbyt nisko — niezgodnie z przepisami".

Przykład 28. „W czasie wiązania przewodów na słupie linii 15 kV linia została nagle włączona. Śmiertelne oparzenie zostało

spowodowane nieprzestrzeganiem przepisów bezpieczeństwa ruchu, a w szczególności przepisów o zwieraniu i uziemianiu przewodów oraz o uprzedzaniu pracowników przed włączeniem przewodów pod napięcie".

Wiele wypadków porażenia powoduje brak transformatorków bezpieczeństwa do zasilania lamp przenośnych, co w pomieszczeniach wilgotnych lub w pobliżu dużych mas metalowych jest szczególnie niebezpieczne. Wypadki tego rodzaju omawiają następujące opisy:

Przykład 29. „Poszkodowany ślusarz A. B. zdjął prowizorycznie instalowaną lampę elektryczną i schodził z nią po drabinie do środka zbiornika. W pewnej chwili nastąpiło zwarcie w oprawce powodując oparzenie prawej dłoni".

Przykład 30. „Na skutek przewrócenia się lampy przegubowej na tokarni powstało uszkodzenie izolacji, co spowodowało porażenie prądem pracującego w tym momencie Z. B.".

Szczególnie karygodne jest udostępnianie pomieszczeń, w których znajdują się urządzenia wysokiego napięcia, osobom niepowołanym, co bywa często przyczyną wypadków śmiertelnych, jak o tym świadczą poniższe opisy:

Przykład 31. „B. L. pasł bydło na pastwisku i przed deszczem schronił się do niezabezpieczonego i rozmontowanego transformatora elektrycznego stojącego na pastwisku bliżej od innych zabudowań. Przez zetknięcie się ze zwisającymi w transformatorze drutami uległ wypadkowi oparzenia prądem o wysokim napięciu".

Przykład 32. „Wypadek miał miejsce w budynku rozdzielni wysokiego napięcia na terenie fabryki przy st. Z. Poszkodowany był zatrudniony przy wierceniu otworów w szynach poza budynkiem wraz z drugim pracownikiem Z. W. O godz. 10-ej poszkodowany oświadczył, że odchodzi na chwilę i udał się do wyżej wspomnianego budynku. Po paru minutach Z. usłyszał wybuch oraz jęki. Po udaniu się tam stwierdził, że poszkodowany leży w piwnicy poparzony przez prąd".

Przykład 33. „Inkasent K. A. wszedł do podstacji wysokiego napięcia bez upoważnienia, otwierając sobie drzwi do tej stacji dorobionym kluczem; w środku stacji manipulował przy transformatorze odkręcając przykrywkę od zbiornika oliwy i włożył, celem stwierdzenia stanu oliwy, do baku drut grubości ca 6 mm, nie wyłączając transformatora, co spowodowało śmiertelne porażenie prądem".

W grupie wypadków spowodowanych „wadami izolacji" najbardziej niebezpieczne są przewody izolowane ruchome, które przynoszą ponad 30% wypadków w tej grupie. Brak kontroli i konserwacji przewodów ruchomych i ich doprowadzenia do narzędzi przenośnych powoduje liczne wypadki, z których poniżej podaje się dwa opisy, jako typowe:

Przykład 34. „Przy reparacji wagonu zewnątrz nastąpiło zwarcie spowodowane przez spawaczy, pracujących wewnątrz wagonu, i prąd poraził K. Ł., szlifującego wagon na mokro od zewnątrz".

Przykład 35. „Podczas zakładania rury pod wagonem wiertarka, znajdująca się na dachu wagonu, elektryzowała cały wagon, przez co kowal J. M. pracujący pod wagonem został porażony prądem".

Należy w końcu podkreślić, że wiele wypadków wymyka się spod badania statystycznego ze względu na ich „nietypowość", niemniej jednak rozpatrzenie ich ważne jest ze stanowiska akcji zapobiegawczej, dla której częstotliwość występowania wypadków jest tylko pewnym wskaźnikiem orientacyjnym, natomiast jej zadaniem istotnym jest zapobiec wszystkim wypadkom. Charakterystyczne są następujące trzy opisy:

Przykład 36. „Przy smarowaniu ruchomych części odłącznika na słupie końcowym linii 6 kV, która była spod napięcia wyłączona, poszkodowany C. J. dotknął niepotrzebnie końcówek kabla odprowadzającego prąd z wymienionej linii do transformatora i został sparzony w palce prawej ręki jedynie ładunkiem pojemnościowym wyłączonego kabla".

Przykład 37. „Poszkodowany cieśla górniczy P. Fr., chcąc powiesić swoją lampę karbidową na desce bezpiecznikowej, prawdopodobnie z nieuwagi dotknął hakiem od lampy jednego z bezpieczników i uległ wypadkowi śmiertelnemu".

Przykład 38. „Wypadek nastąpił podczas sprawdzania instalacji mieszkaniowej; bezpośrednią przyczyną wypadku był zapadający mrok; pomocnik montera Z. L., chcąc wykończyć pracę, manipulował po ciemku, przy czym wywołał zwarcie dwu faz".

5. Podział czynności według liczby wypadków.

Jak wykazuje zestawienie w tabl. VI, do czynności, przy których zdarzyło się najwięcej wypadków, zaliczyć należy instalowanie, naprawę i konserwację urządzeń elektrycznych oraz dotknięcie przewodów i mas metalowych, znajdujących się przypadkowo pod napięciem. Wypadki tej ostatniej grupy są o tyle niebezpieczniejsze, że wykazują śmiertelność 22% wobec znacznie niższej śmiertelności wypadków grupy pierwszej (13%). Większości tych wypadków można było by uniknąć, gdyby prace naprawcze i konserwacyjne były powierzane osobom kwalifikowanym; w wielu przypadkach jednak ten przepis nie jest przestrzegany, co zostanie w dalszym ciągu omówione przy rozważaniu kwalifikacji poszkodowanych.

Tablica VI

Czynności wykonywane podczas wypadku	Wysokość napięcia			Razem
	niskie	wysokie	brak danych	
Instalowanie, naprawa i konserwacja urządzeń elektrycznych	60 (8)	34 (8)	33 (1)	127 (17)
Obsługa urządzeń elektrycznych (włączanie, wyłączanie) . . .	14 (—)	11 (1)	8 (1)	33 (2)
Wymiana bezpieczników topikowych i żarówek	30 (5)	4 (1)	5 (—)	39 (6)
Posługiwanie się sprzętem zasilanym prądem elektrycznym (narzędzia i lampy ręczne)	32 (8)	— (—)	1 (—)	33 (8)
Przypadkowe dotknięcie przewodników i mas pod napięciem .	41 (6)	36 (13)	26 (4)	103 (23)
Inne czynności podczas wypadku i brak danych	10 (—)	8 (1)	18 (4)	36 (5)
Ogółem	187 (27)	93 (24)	91 (10)	371 (61)

Uwaga. Liczby w nawiasach dotyczą wypadków śmiertelnych.

Wypadków spowodowanych dotknięciem przypadkowym przewodów można by też uniknąć, gdyby przepisy o uniedostępnieniu pomieszczeń wysokiego napięcia, jak również o środkach ostrożności podczas pracy w pobliżu przewodów znajdujących się pod napięciem, były ściśle przestrzegane. Podobnie można by wydatnie zmniejszyć liczebność wypadków spowodowanych dotknięciem mas metalowych, które przypadkowo znalazły się pod napięciem, gdyby były przestrzegane przepisy o uziemieniach i ich kontroli. Jako charakterystyczny opis wypadku tego typu przytoczmy następujący przykład:

Przykład 39. „Elektromonter K. R. zawezwany do naprawy silnika stwierdził zatarcie łożyska. Po nalaniu oliwy i przestudzeniu silnika przez około 2 godziny chciał go uruchomić nie badając uprzednio stanu izolacji silnika. Po powtórnym włączeniu napięcie dostało się na skrzynkę wyłącznikową i nastąpiło porażenie prądem. Po zbadaniu okazało się, że po wypłynięciu oliwy z łożyska nastąpiło częściowe wytopienie się łożyska i skutkiem tego nastąpiło zatarcie wirnika o stojan, co z kolei spowodowało przetarcie izolacji cewek w stojanie i przebicie tamże izolacji. W rezultacie nastąpiło porażenie prądem elektrycznym".

Opis ten potwierdza to, co już na wstępie podkreślano przy ocenie posiadanych materiałów, a mianowicie opis nie pozwala na określenie przyczyny wypadku, w szczególności nie wiadomo z tego opisu, skąd napięcie dostało się na skrzynkę wyłącznikową przy przetarciu izolacji wirnika. Dopiero dodatkowe badanie na miejscu wypadku wykazało, że korpus silnika był uziemiony, a skrzynka wyłącznika połączona matalicznie z korpusem silnika. Przyczyną wypadku było przerwanie przewodu uziemienia. Opis powyższy wskazuje na konieczność okresowego badania stanu uziemień.

Wypadki podczas wymiany bezpieczników topikowych i żarówek oraz podczas posługiwania się sprzętem zasilanym prądem elektrycznym (narzędzia i lampy ręczne) omówiono wyżej przy rozważaniach na temat urządzeń elektrycznych.

Obsługa urządzeń elektrycznych (włączanie i wyłączanie) daje stosunkowo niewiele wypadków, a i śmiertelność ich nie jest duża (6%), co zawdzięczać należy przede wszystkim temu, że niebezpieczeństwa przy tych czynnościach związane są bardziej z budową tych urządzeń niż z metodami obsługi, a jak wiadomo przepisy budowy są więcej przestrzegane niż przepisy ruchu.

6. Zawód i kwalifikacje.

Brak jest wprawdzie danych, jaki odsetek ogółu pracowników stanowią pracownicy nowi, należy jednak sądzić, że przyrost pracowników nowych w ciągu jednego półrocza 1947 r. nie przekroczył 10% ogólnej liczby zatrudnionych. Śmiertelność wypadków u pracowników nowych jest znacznie wyższa, a mianowicie: u zatrudnionych poniżej ½ roku 25%, u zatrudnionych od ½ do 1½ roku 17%, u zatrudnionych przez dłuższy okres niż 1½ roku 13% (tabl. VII).

Zarówno duża liczebność wypadków u pracowników nowych, jako też wydatna śmiertelność tej grupy poszkodowanych wskazują z jednej strony na potrzebę szkolenia pracowników nowych przez wskazywanie im grożących niebezpieczeństw i sposobów ochrony przed nimi, z drugiej zaś strony na konieczność wprowadzenia pewnego okresu ochrony pracowników nowych, w którym to czasie nie wolno dopuszczać ich do prac wymagających odpowiednich kwalifikacji i praktyki. Dotyczy to w szczególności pracowników nowych niewykwalifikowanych, wśród których śmierć ma bogate żniwo (na 28 poszkodowanych 13 wypadków śmiertelnych). Pracownicy ci wprawdzie nie pozostają w tak częstym kontakcie z niebezpieczeństwem urządzeń elektrycznych, jak np. monterzy-elektrycy, ich pomocnicy i uczniowie, ale też nie są oni tak uświadomieni o niebezpieczeństwie, ani nie pozostają pod takim fachowym nadzorem jak ta ostatnia grupa. Podobnie też śmiertelność wśród pracowników kwalifikowanych nieelektryków jest znacznie niższa (14%) niż wśród niekwalifikowanych (29%), chociaż pracownicy kwalifikowani częściej się stykają z urządzeniami elektrycznymi niż niekwalifikowani. Tak znaczne różnice można tłumaczyć nieznajomością niebezpieczeństw elektrycznych wśród osób niekwalifikowanych, które jednak z biegiem czasu nabywają doświadczenia, na co wskazuje zmniejszona liczebność i śmiertelność wypadków u pracowników niekwalifikowanych zatrudnionych dłużej niż ½ roku.

Tablica VII

Zawód poszkodowanych	Zatrudnieni w swym zawodzie: poniżej ½ roku	od ½ roku do 1½ roku	powyżej 1½ roku	brak danych	Razem
1. Monterzy-elektrycy	14 (1)	19 (2)	32 (4)	57 (10)	122 (17)
2. Pomocnicy monterów i uczniowie elektr. . .	19 (2)	13 (2)	9 (1)	18 (—)	59 (5)
3. Kwalifikowani innych zawodów . . .	15 (3)	18 (4)	19 (4)	41 (2)	93 (13)
4. Niekwalifikowani i uczniowie innych zawodów	28 (13)	10 (2)	9 (—)	38 (10)	85 (25)
5. Brak danych . . . . ,	— (-)	— (—)	— (—)	12 (1)	12 (1)
Ogółem	76 (19)	60 (10)	69 (9)	166 (23)	371 (61)

Uwaga. Liczby w nawiasach dotyczą wypadków śmiertelnych.

nosć wynosi 22%, u starszych zaś tylko 15,5%. Różnica ta jeszcze bardziej się uwypukli, skoro się zważy, że pracowników młodocianych zatrudnia się w zasadzie przy pracach bezpieczniejszych. Odstępstwa od tej reguły, w szczególności zezwalanie na pracę pod napięciem przy braku nadzoru prowadzą do tragicznych następstw, jak o tym świadczą następujące opisy wypadków:

Przykład 40. „T. N., uczeń w warsztacie elektrycznym uległ wypadkowi przy odkręcaniu osłony kontaktu wyłącznikowego na tablicy rozdzielczej; w czasie pracy powstał łuk elektryczny powodując poparzenia twarzy i oczu".

Przykład 41. „Poszkodowany, uczeń M. J., pracował przy naprawie instalacji elektrycznej w fabryce W. M. Usiłując przeciąć przewody został porażony prądem i spadł z drabiny na transmisję".

Przykład 42. „B. B., uczeń lat 17, zawieszał drabinę drewnianą; podczas tej czynności zdjął z kółka krążek kabla w płaszczu metalowym i nieopatrznie odrzucając go w tył spowodował przewrócenie piecyka elektrycznego, umieszczonego w stojanie silnika elektrycznego, celem osuszenia tegoż silnika, co spowodowało połączenie piecyka z korpusem silnika i przez kabel z poszkodowanym. Na jego okrzyk współpracujący z nim uczniowie natychmiast wyłączyli prąd i poszkodowany przystąpił do dalszej pracy wieszania drabiny; podczas tego osłabł i zemdlał; ratunek we własnym zakresie oraz wezwany lekarz pogotowia nie doprowadziły do odzyskania przytomności — po około 30-minutowym wysiłku lekarz pogotowia ratunkowego stwierdził zgon".

Według danych Inspekcji Pracy liczba młodocianych wynosiła w roku 1947 6% ogólnej liczby zatrudnionych. Jak z powyższej tabelki wynika, odsetek poszkodowanych młodocianych wynosił 7%, a porażonych śmiertelnie młodocianych nawet 8% odpowiednich liczb poszkodowanych starszych.

Tak więc rozpatrując sprawę zarówno ze stanowiska liczebności, jak i ciężkości wypadków dochodzi się do wniosku, że młodociani łatwiej ulegają wypadkom niż starsi, jak również że skutki wypadków są dla nich poważniejsze, toteż należy ściśle przestrzegać obowiązującego zakazu zatrudniania młodocianych przy pracach, wymagających kwalifikacji i doświadczenia, oraz roztaczać nad nimi ścisły nadzór podczas pracy.

7. Wiek i płeć.

Ocena wpływu wieku i płci na liczbę i charakter wypadków przy urządzeniach elektrycznych jest bardzo utrudniona z braku danych liczbowych o stanie zatrudnienia w poszczególnych grupach wieku i płci. Rzucają się natomiast w oczy (tabl. VIII) różnice w skutkach wypadków: u poszkodowanych młodych i młodocianych śmiertel-

Liczba wypadków porażenia prądem wśród kobiet jest stosunkowo nieduża, wynosi bowiem 2,7%, podczas gdy liczba zatrudnionych kobiet wynosi, według danych Inspekcji Pracy z r. 1947, 24% ogólnej liczby zatrudnionych. Tę małą stosunkowo częstotliwość wypadków porażenia prądem u kobiet należy tłumaczyć tym, że na ogół stykają się one znacznie mniej z niebezpieczeństwami elektrycznymi niż mężczyźni i to zarówno dorośli, jak i młodociani.

Tablica VIII

Wiek i płeć poszkodowanych	Wysokość napięcia: niskie	wysokie	brak danych	Razem
1. Młodociani (poniżej 18 lat)	16 (5)	6 (—)	4 (—)	26 (5)
2. Mężczyźni młodzi (18 — 21 lat)	25 (4)	13 (5)	9 (2)	47 (11)
3. Mężczyźni starsi (powyżej 21 lat)	128 (18)	70 (18)	79 (7)	277 (43)
4. Kobiety (niezależnie od wieku)	7 (—)	2 (1)	1 (1)	10 (2)
5. Brak danych	9 (—)	2 (—)	— (—)	11 (—)
Ogółem	185 (27)	93 (24)	93 (10)	371 (61)

Uwaga. Liczby w nawiasach dotyczą wypadków śmiertelnych.

8. Miejsca wypadków.

Największą liczebnie grupę (35% ogólnej liczby wypadków) stanowią wypadki przy urządzeniach elektrycznych w pomieszczeniach pracy (tabl. IX). Wynika to, oczywiście, stąd, że najwięcej urządzeń elektrycznych znajduje się w tych właśnie pomieszczeniach i są one tam

Tablica IX

Miejsca wypadków	Liczba wypadków
1. Pomieszczenia pracy	129 (7)
2. Rozdzielnie i podstacje	76 (18)
3. Inne pomieszczenia	33 (4)
4. Otwarta przestrzeń — słupy . . .	38 (7)
5. Otwarta przestrzeń — inne . . .	52 (14)
6. Kopalnie — pod ziemią	32 (8)
7. Brak danych	11 (3)
Ogółem	371 (61)

Uwaga. Liczby w nawiasach dotyczą wypadków śmiertelnych.

najłatwiej dostępne. Śmiertelność wypadków w tych pomieszczeniach nie jest duża, wynosi bowiem 5,4%, a więc wobec śmiertelności ogólnej porażeń elektrycznych (16,5%) jest 3-krotnie mniejsza, co wytłumaczyć można stosowaniem niższych na ogół napięć niż w rozdzielniach i podstacjach oraz lepszymi warunkami izolacji od ziemi niż nazewnątrz.

Wypadki w rozdzielniach i podstacjach stanowią około 20% ogólnej liczby wypadków, jednak pod względem skutków wysuwają się na pierwsze miejsce (śmiertelność 24%), co jest zrozumiałe, gdy się zważy, że w pomieszczeniach takich ma się do czynienia przeważnie z wysokim napięciem, a śmiertelność wypadków przy wysokim napięciu (26%) jest znacznie wyższa niż przy niskim napięciu (14,5%).

Stosunkowo liczne wypadki zachodzą w innych pomieszczeniach (korytarze, klatki schodowe, magazyny itp.), a śmiertelność ich jest wyższa (12%) niż w pomieszczeniach pracy.

Wypadki na słupach są również stosunkowo liczne, a śmiertelność ich jest wysoka (18,5%); należy unikać nie tylko pracy przy przewodach znajdujących się pod napięciem, ale nawet w ich pobliżu. Nieprzestrzeganie tego przepisu prowadzi do takich wypadków, jak następujący.

Przykład 43. „Wypadek powstał podczas malowania konstrukcji wsporczych, na których zawieszona jest sieć trakcyjna. Przyczyną wypadku było naczynie z farbą powieszone na przewodzie zasilającym będącym pod napięciem 650 V. Naczynie z farbą przez dotknięcie do konstrukcji spowodowało zwarcie i zapalenie się farby w naczyniu. Pracujący na sąsiedniej konstrukcji robotnik B. E. wskutek huku przestraszył się i kurcząc nogi, dotknął prawą nogą przewodu będącego pod napięciem".

Drugą z kolei grupę pod względem liczebności po wypadkach w pomieszczeniach pracy stanowią wypadki na otwartej przestrzeni (nie na słupach); wykazują one zarazem najwyższą śmiertelność (27%), wyższą nawet niż w rozdzielniach i podstacjach (24%); przyczyną tego są, oczywiście, specjalnie niekorzystne warunki izolacji od ziemi na otwartej przestrzeni.

Wyższą niż w rozdzielniach i podstacjach śmiertelność wykazują również wypadki w kopalniach pod ziemią (25%), gdyż warunki izolacji od ziemi wcale nie są tam lepsze niż na otwartej przestrzeni.

9. Kolejne godziny pracy.

Zmęczenie wywiera niewątpliwy wpływ na podatność pracowników na wypadki, co ujawnia się w zmiennej liczebności wypadków w poszczególnych godzinach pracy (tabl. X). Tak np. przeciętna liczba wypadków na godzinę w trzech pierwszych godzinach pracy wynosi ok. 33, natomiast w czterech dalszych (od czwartej do siódmej) — ok. 44. Różnica ta jeszcze bardziej się zwiększy, jeżeli przeprowadzi się korektę w związku z przerwą wypoczynkową przypadającą między godziną pracy czwartą i siódmą. Przy założeniu półgodzinnej przerwy wypoczynkowej przeciętna liczba wypadków na godzinę w późniejszych godzinach pracy podwyższy się do 50, czyli wyniesie o 50% więcej niż przeciętna dla początkowych godzin pracy. Przeciętna z ostatniej tj. ósmej godziny pracy pozostaje na poziomie przeciętnej z początkowych godzin pracy, co wynika przypuszczalnie ze zmiany charakteru prac w ostatniej godzinie (wyłączenie maszyn, uporządkowanie stanowisk pracy, oddawanie lub chowanie narzędzi, oddawanie lub przekazywanie robót itp.) i zmniejszonego w związku z tym ryzyka wypadku.

10. Wnioski.

Aczkolwiek pod względem jakościowym materiał statystyczny z r. 1947 pozostawia niewiele mniej do życzenia niż materiał z r. 1946, to jednak wnioski oparte na jego analizie będą o wiele cenniejsze niż wnioski oparte na materiale z r. 1946 ze względu na wyzyskaną większą ilość materiałów. Przy porównywaniu wniosków opartych na tych tak różnych liczebnie materiałach (103 wypadki w roku 1946**) i 371 wypadków w r. 1947) okazuje się, że w zasadzie pokrywają się one, lecz wnioski nowe mogły być opracowane bardziej wnikliwie, jako oparte na szerszej bazie. Przypuszczalnie w dalszych latach wnioski te ulegną zmianom i poprawkom, ponieważ w związku z coraz intensywniejszą elektryfikacją przemysłu i rolnictwa oraz wprowadzeniem nowych urządzeń elektrycznych zarówno charakter niebezpieczeństw, jak też ich natężenie mogą zmienić się wydatnie.

W obecnym stanie rzeczy wnioski następujące są podsumowaniem wyników badań z lat 1946 i 1947 i w pierwszym etapie planowej akcji przeciwwypadkowej stanowią wytyczne dla kierujących tą akcją.

1. Materiały statystyczne. Dotychczas obowiązujące formularze „doniesienia o wypadku" nie są wystarczające dla prawidłowego opisu wypadków przy urządzeniach elektrycznych; należy wprowadzić do tych celów formularz specjalny. Opisy wypadków pozostawiają przeważnie b. wiele do życzenia pod względem fachowości; w obecnych warunkach poprawę jakości opisów uzyskać

Tablica X

Kolejne godziny pracy*)	Liczba poszkodowanych według wieku				
	do lat 18	19 — 21 lat	powyżej 21 lat	brak danych	Razem
Pierwsza	2 (—)	7 (2)	29 (5)	1 (—)	39 (7)
Druga i trzecia	3 (—)	8 (2)	45 (5)	3 (—)	59 (7)
Czwarta i piąta	3 (—)	13 (3)	68 (6)	2 (—)	86 (9)
Szósta i siódma	8 (2)	10 (1)	66 (13)	3 (—)	87 (16)
Ósma	5 (1)	3 (—)	24 (5)	1 (—)	33 (6)
Dalsze	2 (1)	2 (1)	26 (8)	— (—)	30 (10)
Brak danych	3 (1)	4 (2)	29 (3)	1 (—)	37 (6)
Ogółem	26 (5)	47 (11)	287 (45)	11 (—)	371 (61)

Uwaga. Liczby w nawiasach dotyczą wypadków śmiertelnych.

*) Specjalne ujęcie tablicy, a mianowicie „godzin pracy" uzasadnia się tym, że charakter prac na początku i przy końcu dnia roboczego jest różny od charakteru prac godzin środkowych, które połączono w grupy po dwie godziny celem zwiększenia cząstkowych mas obserwacyjnych.

**) W r. 1946 dysponowano tylko częścią materiału dokumentacyjnego, obejmującą ok. 1/8 całości materiału.

można przez zaangażowanie rzeczoznawców do tej pracy, przynajmniej w niektórych wypadkach specjalnie skomplikowanych pod względem technicznym.

2. Gałęzie gospodarki. Największą liczebność, częstotliwość i ciężkość wypadków elektrycznych wykazują zakłady energetyki. Na terenie tych też zakładów należy koncentrować i kontynuować wszczęte próby stosowania nowoczesnych metod zapobiegawczych i urządzeń ochronnych; pozytywne wyniki tych doświadczeń należy rozszerzać na pozostałe gałęzie gospodarki. W związku z przewidywaną intensywniejszą elektryfikacją rolnictwa oraz nieznajomością niebezpieczeństw elektrycznych w tej gałęzi gospodarki należy uruchomić specjalne kursy szkoleniowe dla osób mających obsługiwać urządzenia elektryczne w rolnictwie. Należy wzmóc akcję bezpieczeństwa pracy przy urządzeniach elektrycznych w górnictwie i przemyśle metalowym, jako w tych gałęziach gospodarki, które pod względem ważkości wysuwają się na pierwsze miejsce po energetyce i rolnictwie.

3. Urządzenia elektryczne. Należy przyspieszyć nowelizację przepisów budowy i ruchu urządzeń elektrycznych ze szczególnym uwzględnieniem zakazu pracy pod napięciem (bardziej ściśle sformułowanie warunków, kiedy praca pod napięciem jest dopuszczana) oraz ściślejsze sformułowanie warunków i sposobów wykonania uziemień, zerowań, transformatorków bezpieczeństwa itp. Należy skłonić przemysł elektrotechniczny do wzmożenia produkcji urządzeń bezpieczeństwa (transformatorki, lampy przenośne, wyłączniki itp.), przy czym projektowanie i wykonanie tych urządzeń powinno się znajdować pod specjalną kontrolą.

4. Przyczyny wypadków. Zasadniczą przyczyną prawie wszystkich wypadków jest nieprzestrzeganie przepisów budowy i ruchu urządzeń elektrycznych. Wydaje się rzeczą konieczną powołanie specjalnej państwowej instytucji, mającej za zadanie kontrolę urządzeń elektrycznych i ich obsługi pod kątem przestrzegania tych przepisów.

5. Czynności, przy których wypadki najczęściej się zdarzają. W nowelizowanych przepisach ruchu należy wymienić czynności, które powinny być powierzane tylko osobom o odpowiednich kwalifikacjach, i wyszczególnić te kwalifikacje. Należy opracować szczegółowe instrukcje postępowania przy tych czynnościach (przede wszystkim dla prac naprawczych i konserwacyjnych).

6. Zawód i kwalifikacja. Nie ulega wątpliwości, że pracownicy nowoprzyjęci są bardziej podatni na wypadki niż starsi. W planie 6-letnim przewiduje się znaczne zwiększenie stanu zatrudnienia przez wprowadzenie do przemysłu kilkuset tysięcy pracowników nowych. Konieczne jest ogólne zaznajomienie pracowników niekwalifikowanych z grożącymi im niebezpieczeństwami elektrycznymi oraz specjalne przeszkolenie kandydatów na elektryków pod względem znajomości zasad bezpieczeństwa pracy. W nowelizowanych przepisach lub w specjalnej instrukcji należałoby wymienić urządzenia i prace, do których nie powinni być dopuszczani pracownicy nowoprzyjmowani przed upływem pewnego okresu wyczekiwania, np. pół roku czy roku, jak również wyszczególnić prace, które powinny się odbywać pod ścisłym nadzorem.

7. Wiek i płeć. Należy uświadomić personel kierowniczy o konieczności bezwzględnego przestrzegania obowiązujących przepisów ustawowych o zatrudnianiu młodocianych. Wyciągi z tych przepisów należałoby umieścić również w nowelizowanych przepisach ruchu urządzeń elektrycznych.

8. Miejsca wypadków. Należy przeprowadzić rewizję przepisów budowy i ruchu pod kątem ściślejszego wymienienia nie tylko pomieszczeń, ale też i miejsc o zwiększonym niebezpieczeństwie. Należy wzmocnić w przepisach nakaz w sprawie uniedostępnienia pomieszczeń ruchu elektrycznego osobom postronnym oraz nakaz w sprawie uprzedzania o włączaniu pod napięcie; należy opracować szczegółową instrukcję o włączaniu pod napięcie przewodów i urządzeń.

9. Kolejne godziny pracy. Należy zbadać dokładniej sprawę wpływu zmęczenia na podatność na uleganie wypadkom.

PRZEGLĄD CZASOPISM

METODY BADAŃ DRUTÓW EMALIOWANYCH

Prof. W. A. Priwiezjencew. Mietody ispytanij emalirowannoj prowołoki. Wiestnik Elektropromyszlennosti. — (1949, nr 6, str. 15—20).

Druty emaliowane podlegają przeważnie następującym zasadniczym badaniom:

1) określenie elastyczności powłoki w stanie wyjściowym i po obróbce cieplnej w ciągu 24 godzin w temperaturze od 100 ± 5° C do 125 ± 5° C w zależności od gatunku drutu emaliowanego;

2) druty o średnicy 0,05 — 0,35 mm bada się przez rozciąganie do zerwania; druty grubsze bada się przez nawijanie 10 zwojów na trzpień o średnicy 3 — 4-krotnie lub nawet 8-krotnie większej w zależności od gatunku drutu;

3) badanie wytrzymałości elektrycznej powłoki na 2 skręconych na długości 200 mm drutach: a) w stanie początkowym, b) po przetrzymaniu w benzynie lotniczej w ciągu doby w temperaturze 20 ± 5° C lub w oleju transformatorowym w temperaturze 100 ± 5° C;

4) określenie uszkodzeń punktowych (w praktyce radzieckiej dla drutów o średnicy 0,05 — 0,35 za pomocą specjalnych wanien rtęciowych).

Te i inne badania znormalizowane w pewnym stopniu określają jakość emaliowanego drutu, jednakże przy współczesnym rozwoju przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych oraz w związku z wypuszczeniem nowych typów drutów emaliowanych, badania te nie są wystarczające do głębszego poznania możliwości izolacji i rozszerzenia zakresu ich stosowania. Dlatego jest rzeczą interesującą rozpatrzenie najnowszych metod badawczych.

Pomiar grubości powłoki. Ponieważ grubość powłoki często waha się w dość znacznych granicach w kierunku osiowym i promieniowym drutu, należy mierzyć grubość co najmniej w 2 kierunkach do siebie prostopadłych najlepiej na wzorcu o długości 1 m (w środku drutu oraz w odległościach 0,25 m od końców). Dla orientacji prostopadłych kierunków pomiarów, jeden koniec drutu należy zgiąć pod kątem prostym.

Określenie równomierności grubości powłoki. Rozpatrywane grubości drutów emaliowanych z metali lekkich wskazują czasem znaczne nierówności powłoki na przekrojach drutu. Niestety metoda określenia równomierności grubości powłoki jest bardzo złożona i uciążliwa i dlatego też nie może być polecana do masowego stosowania.

W związku z tym zasługuje na uwagę przyrząd, za pomocą którego pomiar nierównomierności i grubości powłoki osiąga się przez określenie zmienności pojemności elektrycznej izolacji na określonej niewielkiej długości drutu emaliowanego.

Określenie elastyczności powłoki. Przy badaniu elastyczności powłoki przez nawijanie na walec najbardziej rozciągniętą częścią powłoki będzie jej górna powierzchnia, a najbardziej ściśniętą — dolna.

Zasadnicze znaczenie posiada wartość napięcia, którym przebija się uzwojenie spirali. Badania wykazały, że wielkość naciągu 1—2 kg/mm² nie odbija się znacznie na wynikach pomiarów, jednakże już przy naciągu 3 kg/mm² liczba uszkodzeń emalii raptownie wzrasta, co objaśnia się tym, że w danym wypadku badany drut jeszcze przed nawinięciem na walec podlega dodatkowemu rozciąganiu.

Trzeba jednakże zauważyć, że granica proporcjonalności miedzi wyżarzonej wynosi 2 kg/mm². Przy przekroczeniu tej wielkości dodatkowy naciąg próbki przed nawinięciem znacznie się zwiększa, co wywołuje większe tworzenie się szczelin izolacji podczas nawijania drutu na walec.

Określenie przyczepności powłoki do metalu. Wartość przyczepności powłoki do metalu zasadniczo odbija się na własnościach fizycznych i mechanicznych izolacji emaliowej. Wydłużenie różnych lakierów

może być znacznie większe, jeżeli bada się druty emaliowane, a nie tylko powłokę.

W sprawie określenia przyczepności lakieru do metalu zasługuje na uwagę przyrząd pod nazwą adhezjometr, którego zasada polega na tym, że nacięte płaszczyzny powłoki odrywa się od podkładu metalowego (drutu) za pomocą klina, przy czym za pomocą dynamometru określa się odpowiedni wysiłek. Jednakże wskazana metoda może być zalecana wyłącznie w pracach laboratoryjnych, w szczególności przy badaniach nad lakierami klejącymi, stosowanymi w izolacji szklanej i azbestowej.

Do badania izolacji cienkich drutów emaliowanych często stosuje się metodę raptownego zrywania próbki drutu, przy czym w tym przypadku obserwuje się czasem oderwanie się powłoki od drutu na odcinku o długości 10—80 mm, który zachowuje się w postaci pustej rurki.

Gwałtowne przyłożenie pewnej siły wywołuje odkształcenie dwa razy większe, niż przy stopniowo narastającej sile. Poza granicą sprężystości proces jest bardziej złożony. Przy obciążeniu udarowym występuje zwiększona deformacja, powstająca w bardzo krótkim przeciągu czasu. Przy różnych charakterystykach mechanicznych metalu i powłoki oraz przy niewystarczającej przyczepności pomiędzy nimi obciążenie udarowe może wywołać odprysk emalii od drutu. Dla grubszych drutów bardziej celowy jest inny sposób: skręcanie próbki zamocowanej jednym końcem dokoła swej osi.

Przy korzystaniu z powyższej metody drut można skręcać z nienaruszoną powłoką lub po uprzednim zdjęciu emalii wzdłuż przewodu w postaci wąskiego rowka. Przy skręcaniu miedzianego drutu emaliowanego decydujące znaczenie posiada odkształcenie drutu miedzianego i siła przyczepności pomiędzy powłoką a metalem. Poza tym zniszczenie emalii następuje poza granicami sprężystości. Dlatego odstawanie emalii następuje mniej więcej przy tej samej liczbie skręceń, niezależnie od tego, czy emalia jest usunięta, czy nie. W związku z powyższym, można zalecić dokonywanie badań na próbkach o długości 60 m bez usuwania emalii.

Ponieważ przy skręcaniu występuje skrócenie długości próbek, podane metody należy wykonywać pod pewnym naprężeniem, np. 1 kg/mm².

U d a r c i e p l n y. Badanie izolacji emaliowanej na odporność cieplną dokonywa się przez umieszczenie próbek drutu na określony czas (zwykle 24 godzin) w termostacie w temperaturze 100—125° C i następnie badanie cienkich drutów (o średnicy 0,05—0,38 mm) przez rozciąganie, a grubszych drutów przez nawijanie na walec o określonej średnicy. W obydwu przypadkach nie powinno być uszkodzeń (pęknięć) powłoki.

Inna metoda polega na tym, że badaną próbkę uprzednio skręca się w spiralę o określonej średnicy i umieszcza w termostacie. Jeżeli przy tym próbka nagrzewa się powoli, tj. zmiana temperatury w dowolnym miejscu wzoru przechodzi równomiernie, to znaczne naprężenia cieplne powstać nie mogą, ponieważ jedyną przyczyną powstawania takich naprężeń jest różnica w wielkościach liniowych spółczynników rozszerzalności cieplnej miedzi i emalii. Jeżeli zaś próbkę poddać od razu działaniu wysokiej temperatury, to w pierwszym momencie na skutek różnorodnego nagrzania się zewnętrznej i wewnętrznej części przewodu w miedzi i powłoce powstaną naprężenia temperaturowe. Większa część uszkodzonych spiralek drutów emaliowanych tworzy się w ciągu pierwszych minut oddziaływania cieplnego. Wyniki tego rodzaju oddziaływań cieplnych w ciągu jednej godziny i 24 godzin właściwie nie różnią się pomiędzy sobą, dlatego nie jest celowe przedłużanie badań tych do 18—24 godzin, jak to czasem praktykuje się.

Badania udarowe cieplne w pewnym stopniu odtwarzają te czynniki cieplne, którym drut emaliowany podlega w czasie produkcji i w ruchu. Szczególnie dotyczy to drutów emaliowanych, stosowanych przy nawijaniu szybkobieżnych maszyn elektrycznych (przewody „winiflex"). W tym przypadku należy nawijać 5—8 zwojów na walec o średnicy 1—2-krotnie większej od średnicy badanego drutu. Badania wykonywa się w temperaturze 125° C. Przy drutach wyprodukowanych na lakierach olejowych średnica walca winna być równa 3—4-krotnej średnicy drutu, temperatura zaś badań 100° C.

P l a s t y c z n o ś ć c i e p l n a. Przez ten termin rozumiemy możność zmiękczania powłoki w podwyższonych temperaturach. Im plastyczność cieplna jest większa, tym lepsza jest jakość drutu emaliowanego. Określenie plastyczności można przeprowadzać dwojako. Jeden sposób polega na tym, że na wyprostowaną i zamocowaną próbkę drutu emaliowanego naciska się położony prostopadle do niego drut stalowy kalibrowany. Pomiędzy tym drutem i badaną próbką powstaje stała różnica potencjałów 6—12 V. Moment wciśnięcia zostaje zanotowany przez powstanie styku elektrycznego i zapalenie żarówki. Przy badaniach drutów emaliowanych o średnicy 0,3—2,4 mm zaleca się obciążenie 250—1500 g, a średnicę drutu stalowego 0,5—2,5 mm.

Bardzo ciekawa jest druga metoda, według której szereg wygiętych wzorów postaci „U" ściska się pomiędzy płytkami. Za pomocą mikromierza indykatorowego określa się zmiany odpowiednich wysokości pomiędzy 2 stanami: początkowym i po obciążeniu równym mniej więcej 4—4,5 kg w podwyższonej temperaturze (dla lakierów „winiflex" 125° C).

O k r e ś l e n i e w y t r z y m a ł o ś c i m e c h a n i c z n e j p o w ł o k i n a ś c i e r a n i e. Badania te mają duże znaczenie dla drutów emaliowanych, stosowanych bez oprzędu w uzwojeniach silników elektrycznych. Ciekawy jest przyrząd, w którym dwie próbki drutu emaliowanego układa się pod kątem 90° i dociska wzajemnie sprężynkami z określoną siłą, następnie próbkom nadaje się ruch postępowo-zwrotny o skoku równym około 10 cm; próbki ścierają się aż do powstania styku.

Do tego samego celu może służyć przyrząd przypominający klatkę wiewiórki z 12 stalowymi prętami o średnicy 5—6 mm, osadzonymi na okręgu koła o średnicy 200 mm. Oczyszczony z emalii koniec drutu zamocowuje się w zacisku, a do drugiego końca przerzuconego przez klatkę zawiesza się niewielki ciężarek. Do drutu miedzianego i do prętów doprowadza się prąd stały o napięciu 6—12 V, a klatka obraca się mniej więcej z prędkością 60 obr./min. do chwili powstania styku. Wielkość ciężarków dla drutu o średnicy 0,1—0,24 mm powinna się znajdować w granicach 15—1000 g. Ponieważ ciężar przymocowany bezpośrednio do próbki znajduje się stale w ruchu, wywołuje to dodatkowe obciążenie udarowe, przez co powstają dość znaczne różnice w wynikach. Tę wadę przyrządu można usunąć przez zawieszenie ciężarka do przewodu przy pomocy sprężynki. Należy zaznaczyć, że nierównomierność powłoki emaliowej, jak również chropowatość i inne drobne uszkodzenia na powierzchni prętów w dużym stopniu zniekształcają otrzymywane wyniki. Dlatego też najbardziej doskonały jest przyrząd, w którym ścieranie powłoki na długości 9—10 mm spowodowane jest boczną powierzchnią igły o średnicy około 0,4 mm. Igła naciska na przewód z pewną siłą (w granicach 110—1000 g) i poruszając się to w jedną, to w drugą stronę ściera emalię aż do powstania styku.

Próbkę można badać na obwodzie koła w trzech miejscach pod kątem 120° i w ten sposób do pewnego stopnia sprawdzać równomierność powłoki. Ponieważ nacisk igły na przewód odbija się w dużym stopniu na wynikach pomiarów, należy dokładnie przestrzegać wielkości średnicy i krzywizny igły stalowej.

O k r e ś l e n i e w y t r z y m a ł o ś c i l a k i e r u. W pewnych warunkach technicznych przewidziane było określenie wytrzymałości lakieru przez przetrzymywanie próbek drutów emaliowanych w ciągu 30 min. w odpowiednich lakierach i zdzieranie następnie powłoki za pomocą zatemperowanych w kształcie łopatki ołówków o wzrastającej stale twardości.

Według innych warunków technicznych używa się do tego celu przyrządu, w którym drut emaliowany uprzednio poddany działaniu lakierów i rozpuszczalników przepuszcza się pomiędzy dwa żłobkowane walce, które cisną na drut z siłą równą około 600 g. Zniszczenie powłoki jest sygnalizowane dzwonkiem, przy czym drut w dobrym gatunku nie powinien ulec uszkodzeniu po dwugodzinnym oddziaływaniu rozpuszczalników i lakierów. Pewne warunki techniczne przewidują krótkotrwałe (w ciągu 10 min.) nagrzewanie drutu w temperaturze 150° C, a następnie przetrzymywanie go w ciągu 24 godzin w toluolu, technicznym alkoholu etylowym, 5-procentowym roztworze wodnym H_2SO_4, jednoprocentowym roztworze wodnym KOH itp., wreszcie przecieranie drutu watą, ścieranie emalii paznokciem, itd.

Określanie uszkodzeń punktowych. Badanie tego rodzaju stosuje się w Związku Radzieckim wyłącznie do drutów o średnicy 0,05—0,35 mm przy pomocy wanien rtęciowych. Ponieważ używanie dużych wanien do badania grubych drutów jest szkodliwe dla zdrowia, można zalecić stosowanie zamiast rtęci wodnego roztworu NaCl.

Przy określaniu uszkodzeń punktowych na wynikach badań w dużym stopniu odbijają się: czułość przekaźnika, czas przechodzenia drutu przez wannę, długość wanny, napięcie pomiędzy wanną rtęciową a drutem miedzianym oraz prędkość, z którą drut przechodzi przez aparat badawczy. Konieczność regulowania czułości przekaźnika jest jasna, ponieważ doświadczenia wykazały, że różnica czułości przekaźników bardzo często prowadzi do wręcz przeciwnych wyników przy badaniu tych samych drutów.

W celu ujednostajnienia warunków badania i otrzymywania wyników porównywalnych zalecić można następujące warunki:

napięcie pomiędzy wanną i drutem	60 ± 2 V
długość wanny rtęciowej	20 ± 2 mm
bezwładność przekaźnika	0,01 sek.
maksymalny opór powłoki przy nap. 60 V	10^3 Ω
prędkość przechodzenia przewodu	25 ± 3 m/min.

Przy badaniu własności powłoki może powstać pytanie, o ile powiększy się liczba uszkodzeń punktowych przy oddziaływaniu mechanicznym na przewód (rozciąganie, przegięcie itd.). Wpływ rozciągania przewodu do pewnego wydłużenia można z łatwością określić, ustawiając przed wanną rtęciową dodatkowe koło wyciągowe, którego prędkość obwodowa winna być o 15—25% mniejsza od prędkości drugiego koła wyciągowego, wskutek czego przewód przechodząc przez wannę rtęciową uzyskuje odpowiednie wydłużenie. W celu określenia wpływu przegięć przed wanną ustawia się specjalną przegrodę z drutów stalowych o średnicy 2 mm, a badany drut zgięty jest pod pewnym kątem. W tym przypadku urządzenie posiada dwie lub nawet trzy wanny rtęciowe (przy dwóch barierach), przy czym do pierwszej wanny drut przechodzi bez żadnych przegięć. Różnica w liczbie uszkodzeń punktowych, rejestrowanych przez przekaźniki poszczególnych wanien, wskazuje na wpływ odpowiednich przegięć.

Wytrzymałość elektryczna powłoki. Charakterystyka ta posiada zasadnicze znaczenie przy ocenie drutu emaliowanego. W odróżnieniu od ogólnie przyjętej w Związku Radzieckim metody niektóre zagraniczne warunki techniczne przewidują badania próbek drutów emaliowanych nawiniętych na trzpień metalowy o średnicy 30—100 mm, przy czym próbka podlega rozciąganiu siłą 5—4000 g w zależności od średnicy badanego drutu. Według tych warunków technicznych z 10 próbek osiem powinno wytrzymywać w ciągu 5 sek. napięcie probiercze, które waha się w zależności od grubości drutu w granicach 220—750 V.

Niektóre normy przewidują przebicie izolacji między dwiema warstwami przewodów, nawiniętych kilkoma zwojami na trzpień metalowy. Przeprowadzone w Związku Radzieckim badania wykazały, że w przypadku takim napięcie otrzymuje się 1,5—2,0-krotnie mniejsze niż podczas badań według GOST 2773-44 próbek, skręconych na długości 200 mm. Tłumaczy się to tym, że w pierwszym przypadku dolne i górne zwoje stykają się w dwóch miejscach, wskutek czego zwiększa się prawdopodobieństwo zetknięcia się osłabionych miejsc. Poza tym warunki rozwoju przebicia w zamkniętym zwojami trójkącie są o wiele bardziej sprzyjające aniżeli pomiędzy dwoma skręconymi drutami.

Można stwierdzić, że metody radzieckie są bardziej celowe i dogodne przy badaniach masowych, wymagają jednak pewnych udoskonaleń. Dotychczas nie jest jasne, co należy rozumieć przez jeden skręt przewodu według GOST 2773-44. Należy sprecyzować, że rozumieć należy tę długość, na której każdy ze skręconych drutów wykonywa obrót o 360°. Liczba skrętek i wartość naprężenia drutów winna być ściśle wyznaczona, ponieważ łatwo udowodnić, że mechaniczne naprężenie powłoki wzrasta z ich zwiększeniem.

Poza tym zupełnie ściśle powinien być wyznaczony czas zwiększenia naprężenia, ponieważ w danym przypadku mamy do czynienia z wielowarstwowym dielektrykiem (emalia-powietrze-emalia), a więc okres czasu, podczas którego stosujemy naprężenie, w bardzo dużym stopniu odbija się na wynikach, co potwierdzają doświadczenia. Na podstawie danych doświadczalnych można przyjąć, że naprężenie przy skręcaniu powinno być równe 1 kg na 1 mm^2 przekroju miedzi, a czas zwiększenia naprężenia do chwili przebicia około 15 sek.

Pomiar oporu izolacji. Opór izolacji drutu emaliowanego mierzy się tylko w warunkach laboratoryjnych. Pomiary te posiadają jednak duże znaczenie dla określenia własności elektrycznej izolacji emaliowej i stają się nieodzowne, jeżeli izolację emaliową w połączeniu z izolacją włóknistą lub papierową stosuje się w celu zwiększenia oporu izolacji (np. w kablach telefonicznych).

Pomiar oporu izolacji drutu emaliowanego można wykonać w sposób następujący. Na trzpień ebonitowy lub porcelanowy o średnicy 50—60 mm nawija się z pewnym naprężeniem dwie warstwy drutu emaliowanego, pomiędzy którymi wyznacza się opór izolacji po upływie jednej minuty od włączenia napięcia prądu stałego około 100 V. Wyniki przelicza się na 1 km długości drutu emaliowanego. Badania te mogą być wykonywane w normalnych warunkach pokojowych, jak również w podwyższonej temperaturze i wilgotności.

Pomiar strat dielektrycznych. Straty dielektryczne przy różnych częstotliwościach można określić na próbkach przygotowanych w ten sam sposób, jak przy określaniu oporu izolacji. Jednakże w tym przypadku na uzwojenie górnej warstwy lepiej dać o kilka zwojów mniej, aby uniknąć zetknięcia się górnej warstwy z walcem. Podane badania wykonywa się czasem przy podwyższonych częstotliwościach (np. przy 800 Hz). W tym przypadku może być zastosowany schemat mostkowy jako indykator mikrofonowy.

Podana metoda wymaga dużych ilości drutu emaliowanego do przeprowadzenia badań i dłuższego czasu na przygotowanie próbek. Z tego punktu widzenia ciekawe jest określenie tgδ na krótkich (o długości 100—150 mm) odcinkach drutu emaliowanego powleczonego grafitem. Jeżeli odcinki próbne przed wyznaczaniem kąta stratności poddaje się obróbce cieplnej, to powlekanie grafitem następuje po wyjęciu próbki z termostatu. Określenie tgδ w podwyższonej wilgotności powietrza wykonywa się po grafitowaniu, ponieważ warstwa grafitu nie stwarza przeszkód w przedostawaniu się wilgoci do emalii. Zamiast powlekania grafitem przy pomiarach można również stosować dokładne owijanie drutu emaliowanego staniolem.

Wartość tgδ można też wykorzystać do określenia najodpowiedniejszych warunków emaliowania, przy czym próbne emaliowanie drutów miedzianych można wykonywać ręcznie przez zanurzanie w lakierze i następnie umieszczanie próbek w termostacie. Opierając się na wartości tgδ można też określić i najkorzystniejszą liczbę warstw lakieru.

L. Wal.

STOSOWANIE IZOLACJI POLICHLOROWINYLOWEJ

O primienienji prowodow z polichłorwiniłowoj izolacjej i kabielej z polichłorwiniłowoj zaszczytnoj obołoczkoj. (Promyszlennaja Eniergietika, 1949, zesz. 9, str. 16)

W związku z zastosowaniem przez radziecki przemysł kablowy tłoczyw polichlorowinylowych o wysokiej jakości ministerstwo sieci elektrycznych oraz inspekcja państwowa odwołały zarządzenie z dnia 6. V. 1946 r., dotyczące zakazu stosowania przewodów w izolacji winylowej do siły i światła.

Jednocześnie instytucje wymienione zezwalają stosować przewody w izolacji polichlorowinylowej typu PW i PGW oraz kable w płaszczu polichlorowinylowym typu WRG i KWRG w następujących przypadkach:

1) Przewody typu PW przeznaczone są do układania w lokalach suchych, wilgotnych, bardzo wilgotnych, z parami albo gazami produktów naftowych, kwasów mineralnych, alkalii w zakresie temperatur od —40° do +40° C w sieciach do 500 V prądu zmiennego lub 1000 V prądu stałego przy zakładaniu na rolkach i izolatorach oraz przy układaniu w rurach stalowych, gumowych itp.

2) Przewodów typu PGW używa się w zakresie temperatur od — 40° do + 40° C na obrabiarkach, maszynach, gdzie przewody ulegają działaniu emulsji i smarów.

3) Kable typu WRG przeznaczone są do układania w temperaturze od + 30° C do — 10° C w urządzeniach siły i światła dla napięć do 500 V prądu zmiennego lub 1000 V prądu stałego.

4) Kable typu KWRG przeznaczone są do sterowania, blokowania i sygnalizacji w tych samych granicach temperatur.

Kablownie zobowiązane są przewody i kable w tłoczywach oznaczać odmiennymi nitkami oznaczeniowymi.

Układanie (montaż) przewodów PW i PGW jest dozwolone w temperaturze nie niższej niż — 15° C, a kabli WRG i KWRG w temperaturze nie niższej niż — 5° C.

Najmniejszy dopuszczalny promień zgięcia — 10-krotna zewnętrzna średnica kabla.

Montaż jest identyczny z układaniem kabli zwykłych.

L. Wal.

ZASADA KOMPENSACJI OKRESOWEJ W BUDOWIE PRZYRZĄDÓW ZAPISUJĄCYCH

Dr George Keinath. The Keinath Recorder. Instruments (1946, t. 19, nr 4)

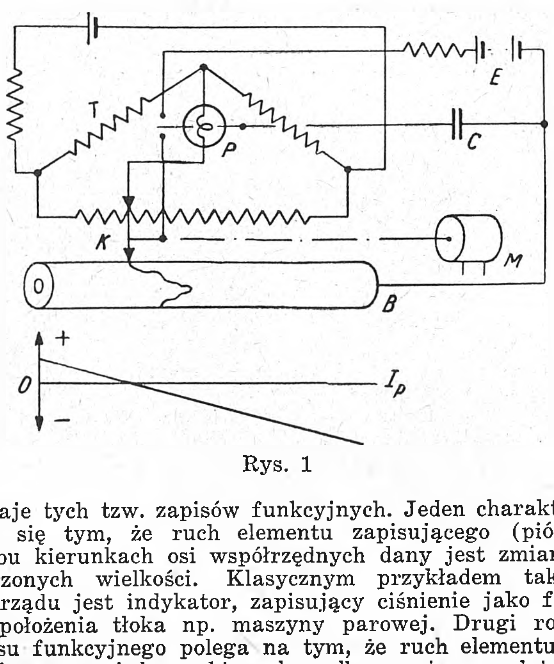
Popyt na przyrządy zapisujące rośnie równolegle z wymaganiami, które się im stawia. Wymagania te idą przede wszystkim w kierunku zwiększenia liczby równocześnie kontrolowanych obwodów i zwiększenia szybkości zapisu. Jest to zrozumiałe, jeśli się uwzględni, że problemy nowoczesnej techniki pomiarowej wymagają równoczesnej kontroli obwodów, których liczba dochodzi niekiedy do 150 i więcej. Dotychczasowe konstrukcje pozwalały na szybkość około 1 zapisu na sekundę. Już przy 50 równocześnie kontrolowanych obwodach okres pomiarowy całego cyklu był rzędu 1 minuty, co nie pozwalało uchwycić ewentualnych zmian zaszłych w ciągu tego okresu i czyniło dokładność samego pomiaru zupełnie bezprzedmiotową.

Problemy konstrukcyjne nowoczesnych przyrządów zapisujących można więc podzielić na trzy grupy.

1. Zwiększenie liczby równocześnie kontrolowanych przebiegów. Dotychczas rozwiązywano ten problem przez użycie większej liczby zapisujących przyrządów. Nie mówiąc już o kosztach inwestycji i obsługi, wskazać trzeba na tę niedogodność, że wykresy znajdują się grupowo na różnych arkuszach i dla porównania ich trzeba przeglądać niekiedy całe stosy papierów.

2. Równoczesny zapis różnych wielkości. Dotychczas używane przyrządy nie dają możliwości równoczesnego zapisu różnych wielkości, jak np. temperatury, ciśnienia itd. Wymaga to stosowania kilku synchronizowanych przyrządów, których zapisy przy analizie wyników są odczytywane i porównywane. Otrzymuje się dodatkowe błędy przy odczycie i zapisie wyników.

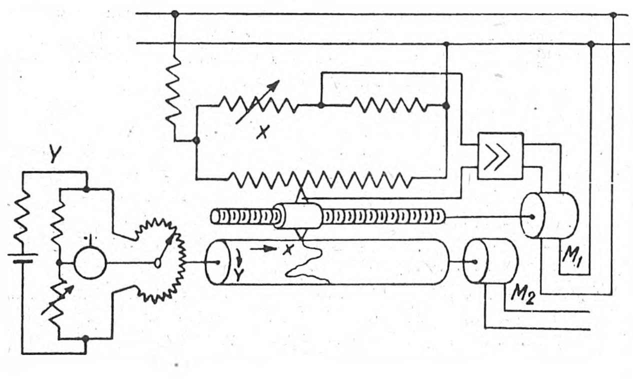
3. Wykresy funkcyjne. Dotychczas używane elektryczne przyrządy zapisywały tylko zmiany mierzonych wielkości w zależności od czasu. Obecnie coraz częściej wymagany jest zapis przebiegu zmian jednej wielkości jako funkcji zmian innej mierzonej wielkości. Odróżnia się dwa



Rys. 1

rodzaje tych tzw. zapisów funkcyjnych. Jeden charakteryzuje się tym, że ruch elementu zapisującego (piórka) w obu kierunkach osi współrzędnych dany jest zmianami mierzonych wielkości. Klasycznym przykładem takiego przyrządu jest indykator, zapisujący ciśnienie jako funkcję położenia tłoka np. maszyny parowej. Drugi rodzaj zapisu funkcyjnego polega na tym, że ruch elementu zapisującego w jednym kierunku odbywa się w zależności od jednej z mierzonych wielkości, podczas gdy druga wielkość zmienia się automatycznie wraz z położeniem elementu zapisującego względem drugiej osi współrzędnych. Jest to tzw. zapis pseudofunkcyjny.

G. Keinath podaje nową zasadę konstrukcji przyrządów zapisujących, tzw. zasadę okresowej kompensacji (sweep balance), która ma w sposób zadawalający rozwiązać podane wyżej problemy. Zasadę działania pokazano na rys. 1. Układ stanowią: termometr oporowy T zasilany prądem stałym, przekaźnik zerowy P i potencjometr z mechanicznie poruszanym stykiem ślizgowym K. Styk ten porusza się wzdłuż walca B, na którym umocowany jest papier. Zapis następuje iskrą elektryczną, uzyskaną w odpowiednim momencie przez wyładowanie kondensatora C. Sposób działania jest następujący: zakłada się, że przed startem całego urządzenia kondensator jest naładowany. Styk ślizgowy znajduje się na lewym końcu drutu ślizgowego, a przez uzwojenie przekaźnika przepływa prąd (mostek nie jest w równowadze), przytrzymujący jego styk w określonym położeniu. Podczas ruchu styku ślizgowego w prawo (napęd silniczkiem M) prąd w uzwojeniu przekaźnika maleje, aż osiągnie zero w położeniu odpowiadającym równowadze mostka. W tym momencie styk przekaźnika zmienia swe położenie, zamyka obwód wyładowania kondensatora, a iskra wywołuje znak na papierze. Styk ślizgowy porusza się dalej w prawo, prąd w uzwojeniu przekaźnika zerowego rośnie w przeciwnym kierunku aż do osiągnięcia prawego końca drutu ślizgowego. Tam prąd przerywa się,



Rys. 2

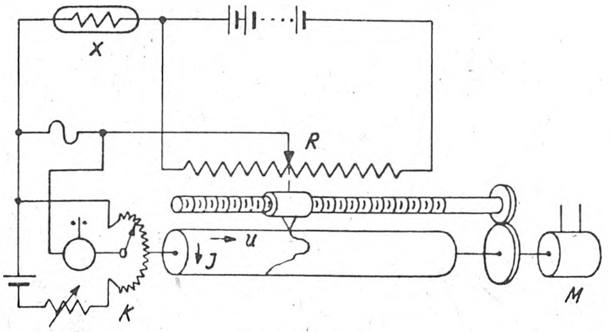
ramię styku przekaźnika wraca do pierwszego położenia, powodując naładowanie się kondensatora, po czym — po powrocie styku ślizgowego do lewego końca drutu — przebieg zaczyna się na nowo.

Zapis odbywa się na specjalnym papierze „teledeltos" iskrą o napięciu rzędu 100 V. Energia potrzebna do zapisu jednego punktu wynosi około 10 mWs. Papier „teledeltos" jest czarny, od dołu metalizowany, a zwierzchu pokryty cienką białą warstwą, którą iskra elektryczna przebija, uwidoczniając przez to czarną warstwę środkową. Prędkość ruchu styku ślizgowego ograniczona jest stałymi czasowymi przekaźnika i obwodu kondensatora. Osiągniętej prędkości 10 pomiarów na sekundę nie można uważać za górną granicę. Prędkość posuwu papieru wynosi zwykle 40 cm/s i może być w razie potrzeby zwiększona do 400 cm/s. Używa się przekaźników magnetoelektrycznych lub elektronowych. Pracują one w możliwie dogodnych warunkach. Podczas przełączania w chwili osiągnięcia równowagi mostka przez styki rozłączane nie płynie prąd, gdyż kondensator jest naładowany. Droga styków jest rzędu 0,2 mm, prędkość ruchu styków zależy od danych przekaźnika i stopnia przekroczenia punktu równowagi. Należy podkreślić, że w metodzie tej prędkość elementu zapisującego nie jest ograniczona względami przyśpieszenia lub tłumienia, jak w metodzie kompensacji ciągłej.

Przykład zapisu funkcyjnego pokazano na rys. 2. Zapisuje się zmianę oporu Y w zależności od temperatury, mierzonej termometrem oporowym X. Położenie piórka (iskiernika) wzdłuż osi temperatury ustalane jest dotychczas używaną metodą kompensacji ciągłej z elementem sterującym motorek M_1, który porusza piórko wzdłuż tej osi. Bęben z papierem obraca się stale; jest poruszany motorkiem M_2 i sprzęgnięty z układem okresowej kompensacji Y. Miejsce zapisu dane jest dwiema współrzędnymi:

wzdłuż osi walca — równowagą układu *X*, prostopadle do osi walca — równowagą układu *Y*.

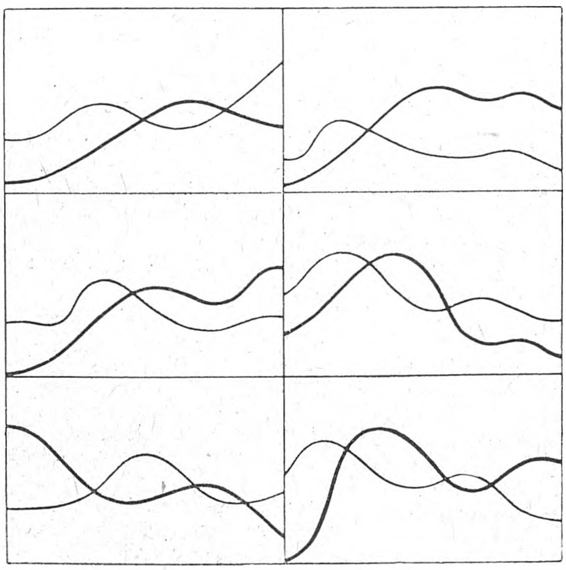
Na rys. 3 pokazano układ do zapisu pseudofunkcyjnego charakterystyki $I = f(U)$ oporu żelazowodorowego *X*. Piórko sprzęgnięte jest z opornikiem *R*, regulującym napięcie, przy czym ruch piórka jest funkcją czasu. Pomiar prądu odbywa się w układzie okresowej kompensacji *K*.



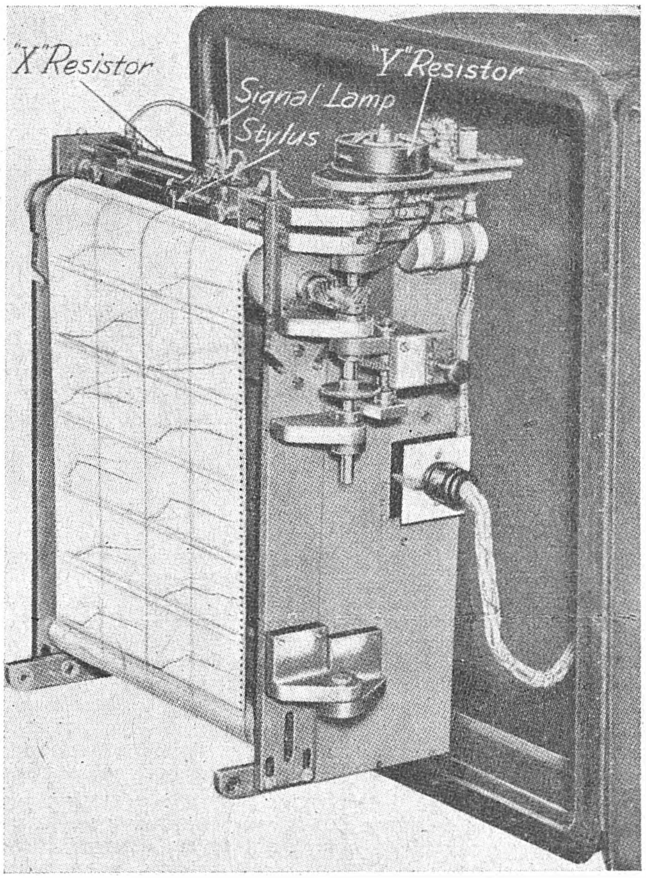
Rys. 3

Zamiast konstrukcji, w której obraca się bęben z papierem, można zbudować przyrząd tak, że bęben stoi nieruchomo, a piórko wiruje dookoła bębna. Zaletą tego układu jest możliwość śledzenia przebiegu w czasie zapisu.

Chcąc powiększyć liczbę równocześnie zapisywanych przebiegów można zwiększyć liczbę obwodów okresowej kompensacji przez podział obwodu bębna np. na 3 odcinki po 120° z analogicznym podziałem drutu ślizgowego; można też użyć 2 piór sprzęgniętych mechanicznie, lecz izolowanych elektrycznie, z których każde pracuje na połowie wysokości walca. Można wreszcie zwiększyć liczbę układów okresowej kompensacji, pracujących równocześnie, przy czym zapisy poszczególnych obwodów różnią się grubością znaków wskutek stosowania różnych napięć przebicia.


Rys. 4

Łącząc podane wyżej sposoby można np. otrzymać równoczesny zapis 12 przebiegów z 12 nadajników na 6 wykresach o wymiarach 120 mm × 60 mm, przy czym zapis 12 krzywych, z których każda składa się ze 120 punktów, trwa 12 s (rys. 4). Nie oznacza to jednak granicy możliwości. Jeżeli papier przymocowany do obwodu bębna zastąpi się zamkniętą taśmą o teoretycznie dowolnej długości, co jest równoznaczne z powiększeniem średnicy bębna, ale daleko wygodniejsze, otrzymamy przyrząd przedstawiony na rys. 5. Podczas ruchu taśmy układ kompensacji okresowej przełącza się kolejno na różne nadajniki, by przy powrocie do punktu wyjścia rozpocząć przebieg na nowo.



Rys. 5

Dane przyrządu skonstruowanego na tej zasadzie są następujące: szerokość taśmy papierowej 250 mm, długość 1500 mm, co odpowiada 48 wykresom o wymiarach 125 mm × 55 mm; posuw taśmy 100 mm/s, okres pomiarowy przy 48 wykresach 7,5 s. Autor podaje, że w przyrządzie doświadczalnym osiągnął równoczesny zapis 144 przebiegów na 72 wykresach i spodziewa się możliwości dalszego doskonalenia tych przyrządów.

A. M.

Zasady oświetlania fabryk ze stanowiska bezpieczeństwa pracy B.I.T.*)

I. Przepisy ogólne.

Wszystkie miejsca, gdzie pracują albo przechodzą lub też — w razie potrzeby — mogą pracować albo przechodzić ludzie, należy oświetlać światłem naturalnym lub sztucznym, dostosowanym odpowiednio do rodzaju wykonywanych prac. Wszędzie, gdzie to jest możliwe, należy stosować oświetlenie naturalne.

*) Wyciąg z wydawnictwa Międzynarodowego Biura Pracy: „Réglement-type de sécurité pour les fabriques" — B. I. T. — Genève, 1949. Wskazówki zawarte w tym wydawnictwie, a dotyczące oświetlenia naturalnego i sztucznego, nie mają charakteru wiążącego dla państw biorących udział w pracach M. B. P. Są to wytyczne zalecone jako podstawa do opracowania przepisów i norm w dziedzinie bezpieczeństwa pracy.

II. Oświetlenie naturalne.

1. Świetliki i okna powinny być tak rozmieszczone i posiadać takie wymiary, aby dostarczały równomiernie światła dziennego na wszystkie stanowiska pracy.

2. W razie potrzeby świetliki i okna powinny być zaopatrzone w urządzenia chroniące pracowników od olśnienia.

3. Należy systematycznie oczyszczać świetliki i okna, aby je utrzymać w stałej czystości.

III. Oświetlenie sztuczne.

Jakość światła

1. W przypadku braku światła naturalnego lub gdy jest ono niewystarczające, należy stosować oświetlenie sztuczne.

2. Oświetlenie ogólne powinno być równomierne i tak urządzone, aby nie tworzyło nieprzyjemnych cieni lub zbyt silnych kontrastów, a także wykluczało blaski i odblaski.

3. Jeżeli jest wymagane silne oświetlenie stanowiska pracy, można stosować dodatkowe oświetlenie miejscowe łącznie z oświetleniem ogólnym.

4. Oświetlenie dodatkowe należy przewidywać i urządzać dla prac wymagających rozróżniania szczegółów, przy czym lampy tego oświetlenia powinny być zaopatrzone w osłony, rozpraszające światło i zabezpieczające oko przed wszelkiego rodzaju olśnieniem.

Jasność

5. Jasność co najmniej 20 luksów należy przewidywać do oświetlenia dróg, podwórzy i innych przejść na zewnątrz budynków.

6. Jasność co najmniej 50 luksów należy przewidywać:

a) w tych przypadkach, gdy rozpoznawanie szczegółów nie jest rzeczą istotną, jak przy manipulacji materiałami nagromadzonymi w dużych ilościach, np. węglem lub popiołem, jak przy sortowaniu ogólnym materiałów grubych i rozdrabnianiu materiałów o zbitej konsystencji;

b) dla przejść, korytarzy i klatek schodowych, pomostów, składów i magazynów materiałów grubych lub przedmiotów o dużych wymiarach.

7. Jasność co najmniej 100 luksów powinno się przewidywać:

a) w tych przypadkach, gdy istnieje potrzeba powierzchownego rozróżniania szczegółów, np. przy produkcji półfabrykatów z żelaza i stali, przy montowaniu dużych części, mieleniu ziarna, wypakowywaniu, przy brakowaniu i czesaniu bawełny oraz przy innych czynnościach przygotowawczych w różnych gałęziach przemysłu.

b) dla maszynowni i kotłowni, wind i dźwigów, przy opakowywaniu i składaniu do skrzynek, w pomieszczeniach przyjmowania i ekspedycji towarów, w składach materiałów średniej wielkości i drobnych, w szatniach, ustępach i umywalniach.

8. Jasność co najmniej 200 luksów należy przewidywać wtedy, gdy praca wymaga umiarkowanego rozróżniania szczegółów, jak np. przy montowaniu części średniej wielkości, przy obróbce zgrubnej — ręcznej lub maszynowej, przy ogólnej kontroli wyrobów, przy szyciu materiałów jasnych i skóry, pakowaniu konserw, struganiu drzewa, układaniu w beczkach i ich napełnianiu.

9. Jasność co najmniej 300 luksów powinno się przewidywać wtedy, gdy istnieje potrzeba dość dokładnego rozróżniania szczegółów, jak np. przy normalnej obróbce ręcznej i maszynowej oraz jej sprawdzaniu, przy klasyfikowaniu mąki, wykańczaniu skóry, tkaniu materiałów bawełnianych lub wełnianych o jasnych odcieniach, przy pracach biurowych o charakterze doraźnym wymagających czytania lub pisania, przy klasyfikowaniu dokumentów i rozdzielaniu poczty biurowej.

10. Jasność co najmniej 500 do 1000 luksów należy przewidywać wtedy, gdy wymagane jest w ciągu dłuższego czasu bardzo dokładne rozpoznawanie drobnych szczegółów przy dość znacznych kontrastach, jak np. przy montowaniu precyzyjnych części, przy precyzyjnej obróbce ręcznej i maszynowej oraz jej sprawdzaniu, przy szlifowaniu i polerowaniu szkła, przy delikatnych robotach w drzewie, przy tkaniu materiałów wełnianych o ciemnych odcieniach, przy prowadzeniu ksiąg, rysowaniu, stenografowaniu, pisaniu na maszynie oraz przy innych drobiazgowych pracach biurowych o charakterze ciągłym.

11. Jasność co najmniej 1000 luksów i więcej powinno się przewidywać wtedy, gdy potrzebne jest w ciągu dłuższego czasu wyjątkowo dokładne rozróżnianie najdrobniejszych szczegółów w specjalnie niekorzystnych warunkach pod względem kontrastów, jak np. montaż części o wielkiej dokładności, badanie specjalnie drobiazgowe, kontrola instrumentów precyzyjnych, prace zegarmistrzowskie i jubilerskie, klasyfikowanie i brakowanie tytoniu, składanie i korekta w drukarniach, badanie i szycie tkanin o ciemnych odcieniach.

12. Przepisy podane w p. 5—11 dotyczą urządzeń oświetleniowych pracujących w warunkach normalnych, a więc nie wyłącznie urządzeń nowych i jeszcze czystych. W związku z tym należy przewidywać początkową jasność wyższą od zalecanego minimum. W warunkach sprzyjających jasność początkowa powinna być wyższa co najmniej o 25%, natomiast w miejscach, gdzie następuje szybkie zabrudzenie, co najmniej o 50% od wartości zaleconych wyżej.

Oświetlenie bezpieczeństwa

13. Jeżeli w budynku, posiadającym więcej niż jedno piętro, zatrudniona jest duża liczba osób, to wszystkie główne klatki schodowe, korytarze i wyjścia, prowadzące z pomieszczeń pracy na te klatki i korytarze, należy zaopatrzyć w oświetlenie bezpieczeństwa.

14. Wszystkie budynki nie mające okien powinny również posiadać oświetlenie bezpieczeństwa.

15. Sieci oświetlenia bezpieczeństwa powinny dostarczać energii mogącej zapewnić jasność co najmniej 5 luksów przez okres co najmniej jednej godziny. Sieci te powinny być zasilane ze źródeł energii niezależnych od źródeł zasilania sieci oświetlenia ogólnego.

16. Należy przewidzieć urządzenie do samoczynnego uruchomienia oświetlenia bezpieczeństwa w przypadku, gdy zawiedzie oświetlenie ogólne.

17. Gdy istnieje specjalne niebezpieczeństwo pożaru i z tego powodu sieć elektrycznego oświetlenia bezpieczeństwa może zawieść, należy stosować wskaźniki, których działanie jest oparte na zasadach fotochemicznych lub fotoelektrycznych (farby fosforescencyjne) lub też lampy zasilane ze źródeł niezależnych, zabezpieczonych przed pożarem, jak ogniwa suche, akumulatory itp.

Komisja Oświetlenia i Barw przy Wzorcowni Urządzeń Bezpieczeństwa i Higieny Pracy

Zadaniem powołanej przez Ministerstwo Pracy i Opieki Społecznej Wzorcowni Urządzeń BHP jest dostarczenie zakładom pracy wzorców urządzeń w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy, szkolenie w dziedzinie racjonalnego wykorzystania tych urządzeń oraz popularyzacja zagadnień bezpieczeństwa i higieny pracy wśród pracowników.

W końcu stycznia 1949 r. Wzorcownia Urządzeń Bezpieczeństwa i Higieny Pracy zorganizowała konferencję w sprawie racjonalizacji oświetlenia zakładów pracy. W konferencji wzięli udział przedstawiciele Ministerstw: Oświaty, Pracy i Opieki Społecznej, Przemysłu i Handlu, Rolnictwa, Zdrowia oraz Głównego Instytutu Elektrotechniki, Głównego Instytutu Pracy, Polskiego Komitetu Oświetleniowego, Zakładu Ubezpieczeń Społecznych i innych instytucyj zainteresowanych zagadnieniami oświetlenia.

Konferencja uznała jako największe bolączki w dziedzinie oświetlenia przemysłowego, wymagające wkładu zorganizowanych wysiłków: brak ogólnego programu racjonalizacji oświetlenia, szczegółowych norm projektowania urządzeń oświetleniowych, instrukcji w sprawie zakładania, obsługi i konserwacji tych urządzeń, brak uświadomienia szerokich warstw pracowniczych o znaczeniu oświetlenia, o sposobach racjonalnego wykorzystania urządzeń oświetleniowych oraz o najprostszych metodach poprawy warunków oświetlenia. Uzupełnienie tych luk wymaga uruchomienia prac naukowych, doświadczalnych i normalizacyjnych, zorganizowania popularyza-

cji, szkolenia i doradztwa; w zadaniach tych dotyczących zarówno oświetlenia dziennego, jak i sztucznego uwzględnić należy zagadnienia bezpieczeństwa i higieny pracy, wydajności pracy i jakości produkcji w dostosowaniu do specjalnych warunków pracy w różnych gałęziach przemysłu.

Ta wielostronność zagadnień oświetleniowych wymaga współpracy szeregu instytucji i specjalistów ze świata technicznego i lekarskiego, a więc inżynierów-oświetleniowców i ruchowców, lekarzy-fizjologów i higienistów pracy oraz psychologów pracy; konieczna jest też współpraca inżynierów architektów i budowlanych.

Konferencja wysunęła następujące sugestie co do podziału prac między poszczególne instytucje: zagadnieniami fizjologii widzenia oraz wymagań od oświetlenia ze stanowiska higieny wzroku powinno się zająć Polskie Towarzystwo Okulistyczne, badaniem wpływu oświetlenia na warunki pracy i jej wyniki — Główny Instytut Pracy, sprawą badania źródeł światła oraz racjonalizacją osłon lamp — Główny Instytut Elektrotechniki, opracowaniem norm ilościowych i jakościowych oświetlenia, wytycznych do projektowania i wskazówek użytkowania urządzeń oświetleniowych — Polski Komitet Oświetlenowy. Szeroką dziedzinę popularyzacji, szkolenia i doradztwa powierzyć należy Wzorcowni Urządzeń BHP.

W wyniku tych sugestii Wzorcownia Urządzeń BHP powołała w październiku 1949 r. Komisję Oświetlenia i Barw pod przewodnictwem inż. I. Barana, która już wszczęła działalność i określiła swój program prac na 1950 r. jak następuje:

1) nawiązanie łączności ze wszystkimi zainteresowanymi instytucjami celem ustalenia zakresu i metod współpracy;

2) sporządzenie kartotek instytucji, specjalistów i literatury, jako materiałów pomocniczych w pracach Komisji, szczególnie w zakresie wydawnictw i poradnictwa;

3) opracowanie programu wydawnictw oraz uruchomienie niektórych środków popularyzacyjnych, jak hasła drukowane i plakaty; opracowanie projektu popularnego filmu krótkometrażowego;

4) uruchomienie stoiska popularyzującego zagadnienia oświetlenia i barw w sali popularyzacyjnej Wzorcowni;

5) przygotowanie i ewentualne uruchomienie pierwszej wystawy oświetlenia i barw;

6) zaprojektowanie i przygotowanie materiałów dla wystawy objazdowej.

Komisja zdaje sobie sprawę z tego, że nie potrafi zrealizować wymienionych zadań we własnym zakresie w szczupłym gronie kilku osób i zwraca się do wszystkich zainteresowanych z prośbą o współpracę. Adres: Wzorcownia Urządzeń BHP., Warszawa, Tamka 1.

Wydawnictwa nadesłane

DUBICKI BOLESŁAW, dr inż., prof. Politechniki Warszawskiej. MASZYNY ELEKTRYCZNE. Tom. I. Prąd stały. 1949, Warszawa, Nowa Księgarnia Techniczna — Romuald Rejchenbach. Format B5, VIII + 261 str., rys. 361. Spis rzeczy: Prawa elektromagnetyczne a budowa maszyn prądu stałego. Uzwojenia maszyn prądu stałego. Własności twornika maszyny prądu stałego. Pole magnetyczne maszyny prądu stałego. Komutacja. Własności i charakterystyki maszyn prądu stałego. Straty w maszynach prądu stałego i sprawność. Grzanie się maszyn. Obliczanie maszyn prądu stałego. Budowa seryjna maszyn pr. stał. Zarys konstrukcji maszyn prądu stałego. — Z przedmowy autora: Książka przeznaczona jest głównie dla studiujących na politechnikach i w szkołach inżynierskich, lecz przy pominięciu, zresztą nielicznych, wywodów teoretycznych może służyć również czytelnikom nawet słabiej przygotowanym teoretycznie. W części traktującej o konstrukcji maszyn prądu stałego ograniczyłem się do podstawowych zagadnień, sądzę jednak, że książka ta odda niewątpliwie usługi konstruktorom przemysłu elektrotechnicznego.

Hayes M. E. Current-Collecting Brushes in Electrical Machines. London. Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd. 1947. Contents Glossary. — I. Introduction. — II. Carbon. — III. Qualities of Brushes. — IV. Brush Design. — V. Brush Angles. — VI. Brush Gear. — VII. Commutators and Slip-Rings. — VIII. Adjustment of Brushes. — IX. Current Collection. — X. Commutation. — XI. Contact Drop. — XII. Ohmic Brush Drop. — XIII. Friction. — XIV. Temperature Rise. — XV. Silence in Operation — XVI. Staggering of Brushes. — XVII. Wear of Commutators and Slip-Rings. — XVIII. Wear of Brushes. — XIX. The Diagnosis of Brush Troubles. — XX. Selection od Brush Quality. Additional Tables. Bibliography. (99 rys., XIV + 192 str., 14 cm × 21,5 cm, cena 21 szyl.).

RADIOTECHNIKA. Część I. Zasady radiotechniki — lampy katodowe. Podręcznik opracowany przez zespół wykładowców Oficerskiej Szkoły Łączności. 1948. Wojskowy Instytut Naukowo-Wydawniczy. Format A_5, 216 + III str., 204 rys. — Spis rzeczy: I. Podstawowe wiadomości teoretyczne. Wiadomości wstępne. Drgania elektryczne. Rezonans elektryczny. Obwody sprzężone. II. Promieniowanie energii elektromagnetycznej. Powstawanie fal elektromagnetycznych. Promieniowanie energii elektromagnetycznej. Rozchodzenie się fal elektromagnetycznych. III. Lampy katodowe. Budowa lampy katodowej. Lampa dwuelektrodowa. Lampa jednosiatkowa. Lampy wielosiatkowe. Lampy złożone. Uzupełnienie.

KŁOŚ CZESŁAW, dr prof. Politechniki Warsz. FUNDAMENTY POD MASZYNY. 1949. Warszawa. Trzaska Evert i Michalski. Format 24,5×17,5 cm, 280 str., 91 rys.; cena 2 400 zł. — Spis rzeczy: Dział ogólny. Fundamenty najprostsze. Fundamenty pod młoty mechaniczne. Drgania uderzonego punktu materialnego. Niektóre współczynniki i wzory do obliczeń. Wytyczne niemieckie do budowy fundamentów stalbetowych pod turbogeneratory. Przebieg projektowania fundamentu pod turbogeneratory. Obliczenie statyczne fundamentu pod małą turbinę. Drugi przykład fundamentu pod turbogenerator. Przykłady stolców wykonanych w stali. Uszkodzenia i naprawy fundamentów. Wpływ obrotów krytycznych maszyny na fundament. Zalety i wady stali lub stalbetu przy budowie fundamentów pod turbogeneratory. Zestawienie. — Z przedmowy autora: Książka ta jest niejako drugim wydaniem mojej pracy pod podobnym tytułem, drukowanej w roku 1937. Praca obecnie ukazująca się jest jednak znacznie obszerniejsza niż wydanie pierwsze, bo obejmuje nie tylko w szerszym ujęciu same fundamenty pod turbogeneratory, ale także fundamenty pod inne maszyny.

MARTINEC EMIL, inż. PLANOWANIE PRODUKCJI. Z II wydania czeskiego przełożyli dr St. Zalewska i dr inż. Z. Zbichorski. 1948. Warszawa. Instytut Naukowy Organizacji i Kierownictwa. Format A_5, 144 str., 27 rys. — Spis rzeczy: Podstawy produkcji. Podstawy organizacyjne planowania produkcji. Opracowywanie planów. Czynniki współdziałające przy układaniu planów. — Z przedmowy: Książka w sposób zwięzły i jasny podaje zasady przygotowania produkcji, systematyzuje pojęcia i daje wskazówki praktyczne. Oparta jest na doświadczeniach i pracach przemysłu metalowego, niemniej może i powinna być wykorzystana przez kierowników i pracowników technicznych wszystkich innych gałęzi przemysłu.

KALKULACJA ROBÓT NA REWOLWERÓWKACH, opracował **WIKTOR POLAK**. Ze zbioru „Obliczanie czasów roboczych" wydawanego na zlecenie Centr. Zarządu Przem. Metal. (Obróbka skrawaniem). 1948. Warszawa. Nakładem Instytutu Wydawniczego SIMP. Format A_5, 14 str., 5 rys. — Spis rzeczy: Wiadomości wstępne. Obliczanie czasu maszynowego. Czas przygotowania. Czas czynności pomocniczych. Przykłady ustalania norm dla robót na rewolwerówkach.

PEŁCZYŃSKI TADEUSZ, inż. mech., i SYPNIEWSKI ROMAN, inż. mech. METALOZNAWSTWO. Podręcznik na poziomie licealnym. 1949, Warszawa, Instytut Wydawniczy SIMP, format A5, VIII + 195 str., 106 rys., 5 tablic, cena zł 600. Spis rzeczy: Wiadomości wstępne. I. Ogólne własności metali i stopów. Własności fizyczne.

Własności mechaniczne. Własności technologiczne. Obróbka plastyczna metali. Korozja metali. Krystalizacja metali i stopów. II. Żelazo i jego stopy. Rudy żelaza. Otrzymywanie surówki. Otrzymywanie stali. Żeliwo. Stal i jej zastosowanie. III. Metale i stopy nieżelazne. Glin. Magnez. Miedź. Nikiel. Cynk. Cyna. Ołów. Lutowia miękkie i twarde. Metale szlachetne i ich stopy. Inne metale. Skorowidz rzeczowy.

KOMUNIKATY S. E. P.

1. Adresy Sekretariatów Oddziałów SEP.

1. Oddz. Białostocki — Białystok, Elektryczna 13
2. Oddz. Dzierżoniowski — Dzierżoniów, Szkolna 3, Doln. Zakł. Wytw. Urz. Radiowych
3. Oddz. Gdański — Gdańsk I, Kosynierów Gdyńskich 4, m. 9
4. Oddz. Jeleniogórski — Jelenia Góra, Bogusławskiego 2
5. Oddz. Krakowski — Kraków, Straszewskiego 28
6. Oddz. Lubelski — Lublin, Szopena 8, m. 10
7. Oddz. Łódzki — Łódź, Piotrkowska 102
8. Oddz. Mazowiecki — Płock, Wieczorka 27
9. Oddz. Mazurski — Olsztyn, Kościuszki 83
10. Oddz. Opolski — Nysa, Stalina 3, sekretarz kol. Jan Józefowicz
11. Oddz. Pomorski — Bydgoszcz, Warmińskiego 8
12. Oddz. Poznański — Poznań, Rzeczypospolitej 5, pokój nr 96
13. Oddz. Radomsko-Kielecki — Skarżysko-Kamienna, Konarskiego 12
14. Oddz. Szczeciński — Szczecin, ul. Sikorskiego, Dziekanat Wydz. Elektr. W. Szk. Inż.
15. Oddz. Warszawski — Warszawa, Nowogrodzka 45
16. Oddz. Wrocławski — Wrocław, Gen. Sikorskiego 74
17. Oddz. Zagłębia Węglowego, Katowice 3 Maja 9

2. Adres Sekcji Telekomunikacyjnej SEP: Warszawa, Czackiego 3/5.

3. Kandydatury na członków SEPu. W myśl § 12 statutu SEP ogłasza się następującą listę kandydatów na członków zwyczajnych Stowarzyszenia:

ODDZIAŁ DZIERŻONIOWSKI

Magnusek Albin, (T), Dzierżoniów, D. Śl., Kościuszki 3

ODDZIAŁ GDAŃSKI

Landowski Bernard, Gdańsk 1, Na Piaskach 3/4 m. 7
Wallek Ryszard, Gdańsk 5, Mściwoja II 15 m. 2

ODDZIAŁ JELENIOGÓRSKI

Dymarski Roman, Legnica, Złotogórska 58
Foryś Bolesław, (T), Jelenia Góra, Drzymały 7 m. 2
Gajewski Mieczysław, Jelenia Góra, Weigla 11
Gintrowski Henryk, Jelenia Góra, Weigla 13
Gudelis Stanisław, Jelenia Góra, 1 Maja 43 a
Jakuczum Wiktor, Legnica, Elżbiety 4 m. 6
Janik Władysław, Elektrownia Zasieki, pow. Żary k. Żagania
Jankowski Ryszard, Legnica, Roosevelta 35
Jokiel Zygmunt, Wałbrzych, Bol. Chrobrego 2
Kisielewski Czesław, (T), Jelenia Góra, Pocztowa 5 m. 8
Klimecki Czesław, Nowa Sól, Kościuszki 9 m. 2
Klincewicz Jan, (T), Jelenia Góra, Wyczółkowskiego 9 m. 2
Mysowski Sergiusz, Jelenia Góra, Grunwaldzka 82 m. 3
Rapa Władysław, Ścinawa, Kamienna 15
Seliger Alfred, Jelenia Góra, Bartka Zwycięzcy 3
Szymczyk Jan, Elektrownia Grajówka k. Żagania
Stelmaszyk Edmund, Jelenia Góra, Krawiecka 3
Sulżycki Stanisław, Żary k. Żagania, Pomorska 8
Wierzbanowski Mieczysław, (T), Jelenia Góra, Traugutta 5 m. 2
Wilk Stanisław, Legnica, Warzywna 21

ODDZIAŁ KRAKOWSKI

Gąssowski Władysław, Kraków, Popiela 3 m. 4
Klimończyk Jan, Kraków, Krasickiego 12 m. 9
Kulej Kazimierz, Kraków, Grodzka 48 m. 10
Makarewicz Marian, Kraków, Loretańska 5 m. 4
Rychlik Jan, Kraków, Olsza, Wolności 55
Skoczeń Marian, Kraków, Prądnicka 74
Sołtysik Dominik, Kraków, Helclów 13 m. 8
Sołtysik Wiktor, (T), Kraków, Wiślisko 4 m. 7
Steczkowski Kazimierz, Kraków, 18 Stycznia 20 m. 2
Winiarczyk Stanisław, Kraków, Zamenhofa 3 m. 6
Wojaczyński Bolesław, Kraków, Krowoderska 6 m. 4

ODDZIAŁ LUBELSKI

Biedziński Janusz, Lublin, Bukowa 15 m. 1
Niedźwiadek Tadeusz, Lublin, Sierakowszczyzna 7 a m. 1
Podkowa Barbara, (T), Lublin, Chłodna 4 m. 6
Rejak Jan, Lublin, Wielka 37
Suprynowicz Tadeusz, Lublin, Kraszewskiego 3

ODDZIAŁ ŁÓDZKI

Błotnik Mieczysław, Łódź, Lutomierska 105
Liebrecht Stanisław, Łódź, Żwirki 1 a
Milach Stanisław, Łódź, Prądzyńskiego 39
Panek Henryk, Łódź, Przędzalniana 71
Tułodziecki Wojciech, Łódź, Sterlinga 17 a

ODDZIAŁ POMORSKI

Strażewski Maksymilian, Grudziądz, Sienkiewicza 39

ODDZIAŁ POZNAŃSKI

Ciernioch Franciszek, Pląťkowo, p-ta Poznań 13
Dyderski Kazimierz, Poznań, Fabryczna 34 b m. 26
Frąckowiak Henryk, Poznań, Gąsiorowskich 12 m. 27
Grupa Mieczysław, Poznań, św. Marcin 34 m. 9
Kasprzak Marceli, Poznań, Chełmońskiego 3 m. 19
Kulak Stanisław, Poznań, Jackowskiego 9 m. 9
Matuszak Telesfor, Poznań, Jackowskiego 25 m. 4
Prymka Alfons, Poznań, Hetmańska 12 m. 8
Rzaniak Mieczysław, Poznań, Półwiejska 28 m. 5
Szymaniak Bronisław, Poznań, Bluszczowa 18 m. 6
Zakrzewski Grzegorz, Poznań, Grunwaldzka 41 b m. 2

ODDZIAŁ WARSZAWSKI

Bańcerowski Stanisław, Warszawa, Konopnickiej 6, pok. 259
Bruszkiewicz Romuald (T), Michalin k. Warszawy, Szkolna 20 m. 1
Budny Stanisław, Warszawa, Karolkowa 32/44
Czechowski Janusz, Warszawa, Bolecha 45 m. 2
Czekaliński Lech, Wesoła k. Warszawy, Piłsudskiego 71
Czernik Władysław, (T), Warszawa, Hoża 27 a m. 10
Czerwonko Arnold, (T), Warszawa, 11 Listopada 26 m. 72
Gajda Wiktor, (T), Świder k. Otwocka, Gen. Świerczewskiego 13 m. 1
Glinicki Zdzisław, Warszawa, Podchorążych 85 m. 11
Górnicki Jan, (T), Warszawa, Dworkowa 1, Hotel PZPR
Gregorek Władysław, (T), Warszawa, Słowackiego 52/54
Janulis Ryszard, (T), Warszawa, Gen. Sikorskiego 27 m. 24
Kanabus Stanisław Ryszard, Warszawa, Marszałkowska 14 m. 92
Kiełkiewicz Andrzej, (T), Milanówek p. Warszawą, Chrzanowska 8
Klukowski Jerzy, (T), Warszawa, Kawęczyńska 18 m. 5
Konczyński Henryk, (T), Warszawa, Ząbkowska 15
Kossakowski Zdzisław, (T), Warszawa, Nadwiślańska 29 m. 2
Kotecki Józef, (T), Warszawa, Nowolipie 80 m. 37
Kowalski Ryszard, (T), Warszawa, Nowogrodzka 44 m. 12
Kudelski Przemysław, (T), Warszawa, 11 Listopada 34 m. 36
Kwiatkowski Wojciech, Warszawa, Raszyńska 15 m. 4
Łagowski Eugeniusz, (T), Pyry k. Warszawy, Leśna 6
Mamczyc Bolesław, (T), Warszawa, Poznańska 16 m. 16
Marcinkowski Eugeniusz, (T), Warszawa, Nowogrodzka 48 m. 17
Matyas Stanisław, (T), Falenica p. Warszawą, Nowa 5 m. 2
Milczarek Teodor, Ursus p. Warszawą, Szamoty 2 m. 4
Missala Tadeusz, Warszawa, Szczawnicka 18
Mori Karol, (T), Rembertów p. Warszawą, Witolda 30
Mrozek Mieczysław, Warszawa, Liwska 4a m. 13
Orłowski Bolesław, (T), Włochy k. Warszawy, Sejmowa 20 m. 4
Pociask Stanisław, (T), Warszawa, Berezyńska 24 m. 6
Przasnek Bolesław, (T), Zielonka k. Warszawy, Kolejowa 21
Sankowski Edmund, (T), Warszawa, Barbary 2 a m. 3 b
Strzałkowski Adam, Warszawa, Al. Niepodległości 148 m. 4
Szczepiński Witold, (T), Pruszków k. Warszawy, Narodowa 15 m. 5
Temler Jan, (T), Warszawa, Stołeczna 14 m. 125
Warakomski Bronisław, Warszawa-Okęcie, Kościuszki 9
Wardęcki Henryk, (T), Warszawa, Kamionkowska 49 m. 16
Waszul Zygmunt, (T), Otwock, Żeromskiego 12 m. 4
Wawelberg Hipolit, Warszawa, Górczewska 15 m. 42
Wojnar Andrzej, (T), Warszawa, Krasińskiego 18 m. 136
Wyrzykowski Włodzimierz, (T), Warszawa, Leszno 77 m. 82
Zaniewicz Wacław, (T), Warszawa, Sulejkowska 51 m. 4
Zapałowski Kazimierz, Warszawa, Żurawia 40 m. 16
Zdunik Julian, (T), Włochy k. Warszawy, Zachodnia 15 m. 3
Ziółkowski Józef, Warszawa, Szkolna 29 m. 3

ODDZIAŁ ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

Biskup Józef, Katowice, Dębowa 54
Bisztyga Kazimierz, Gliwice, Częstochowska 10 m. 8
Bremer Stefan, Wirek, Sienkiewicza 4
Dempniak Jan, Gliwice, Jesionowa 9 m. 1
Dziambor Bernard, Ruda Śl., Janasa 32 b
Fengler Zbigniew, Zabrze, Buchenwaldczyków 32
Florek Eugeniusz, Łaziska Górne, Kopanina 54
Gabryś Wiesław, Gliwice, Piramowicza 2, I p.
Gorajski Stanisław, Czeladź, Legionów 12
Hercog Eryk, Łaziska Górne, kol. Brada 46, pow. Pszczyna
Hoffman Antoni, Zabrze, Kościuszki 1 a
Jezierski Bronisław, Bytom, J. Wieczorka 37
Kasicki Jerzy, Zabrze, Buchenwaldczyków 32
Klosa Franciszek, Gliwice, Wieczysta 54
Król Tadeusz, Ruda Śl., W. Bujoczka 7
Lenard Bernard, Chórzów, Mazurska 6
Makowski Wilhelm, Wirek, 1 Maja 89
Mazurek Erwin, Łabędy, Zakątek Leśny 11
Miczko Wincenty, Katowice, Narutowicza 10 a
Mrówka Józef, Katowice, Topolowa 5 m. 5
Mucha Mieczysław, Bytom, K. Miarki 5 m. 5
Nowak Augustyn, Ruda Śl., Peowiaków 4 a
Nowak Kazimierz, Bytom, Krakowska 26 m. 6 a
Olczyk Henryk, Mysłowice, Bolliny 14
Pabjanek Henryk, Katowice, Pl. Wolności 7 m. 3
Paniczek Kazimierz, Katowice, 27 Stycznia 38 m. 8
Piotrowski Władysław, Nowy Bytom, Hutnicza 2 m. 12
Raszyk Emil, Skoczów 577
Roch Piotr, Ząbkowice, Szosowa 18
Samul Stanisław, Zabrze, Trębacka 17
Skutela Paweł, Pawłów, Gen. Sikorskiego 71
Trenda Teofil, Dąbrowa Górnicza, 1 Maja 15 a
Zys Tadeusz, Katowice 3, Topolowa 5 m. 5

BIULETYN
GŁÓWNEGO INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI

Rok IV — nr 23 Warszawa, Al. Niepodległości 222 Marzec 1950 r.

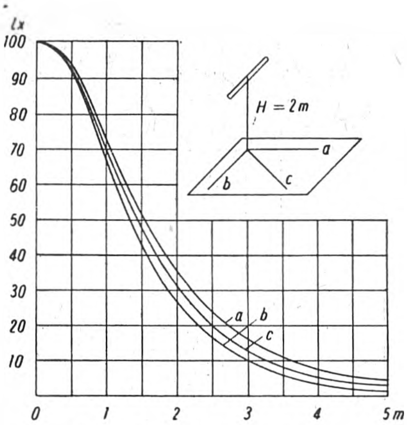
Zakład Techniki Świetlnej

WYZNACZENIE JASNOŚCI POZIOMYCH W POMIESZCZENIU OŚWIETLONYM RURAMI FLUORYZUJĄCYMI

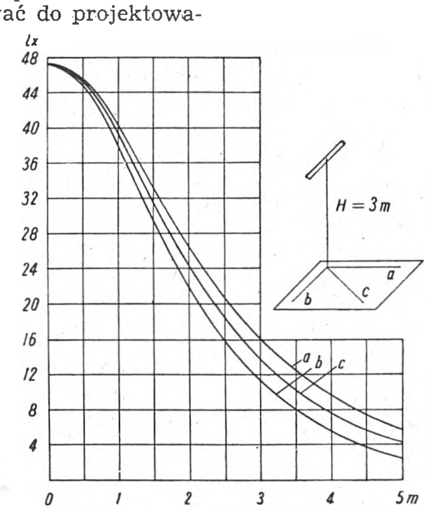
Rozpoczęcie produkcji krajowej rur fluoryzujących z gorącą katodą wpłynie niewątpliwie na szybkie ich rozpowszechnienie szczególnie do oświetlenia fabryk.

Wyłania się zatem zagadnienie projektowania takich urządzeń. Najczęściej stosowana do projektowania oświetlenia wnętrz „metoda sprawności", która w ręku wytrawnego oświetleniowca przy projektowaniu wnętrz fabrycznych z lampami żarowymi daje zupełnie zadawalające wyniki, nie da się jednak zastosować do projektowania oświetlenia wnętrz lampami fluoryzującymi, dopóki polscy oświetleniowcy nie zdobędą dostatecznego doświadczenia co do najwłaściwszych sposobów rozmieszczania tych lamp pod względem odstępów i wysokości. Konieczne jest zatem stosowanie (przynajmniej czasowo) metod ściślejszych, które pozwalają na określenie nie tylko jasności średniej w pomieszczeniu, ale i rozkładu jasności na powierzchniach pracy i w innych częściach pomieszczenia.

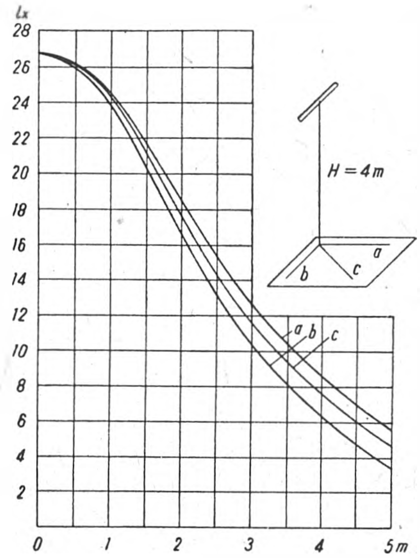
Z drugiej strony liniowy kształt źródła światła uniemożliwia praktycznie stosowanie ścisłej metody obliczeniowej, opierającej się na prawie kwadratu odległości i prawie cosinusa kąta, albowiem błąd związany z zastosowaniem tych praw przy płaszczyznach, leżących na od-



Rys. 1. Wysokość 2 m

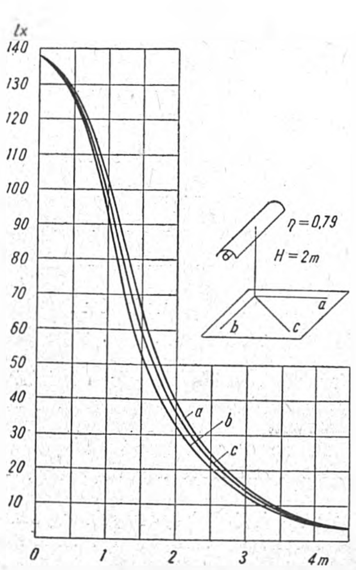


Rys. 2. Wysokość 3 m

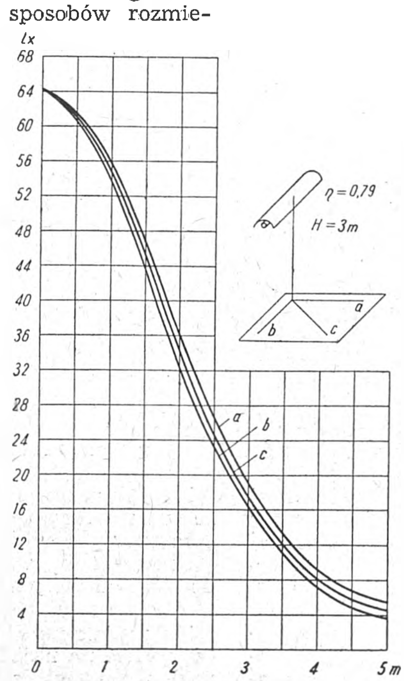


Rys. 3. Wysokość 4 m

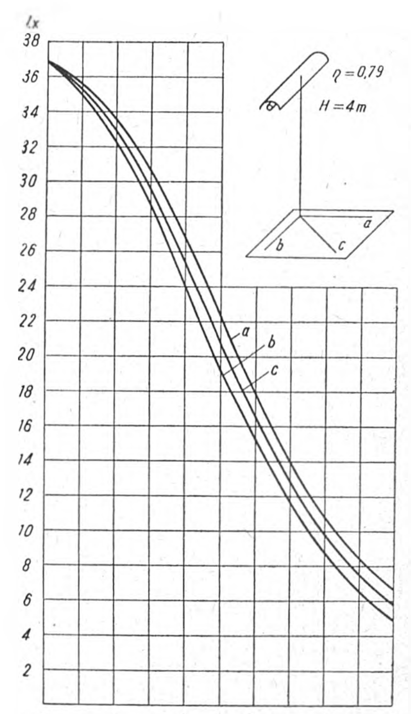
Rys. 1—3. Jasność pozioma przy rurze gołej



Rys. 4. Wysokość 2 m



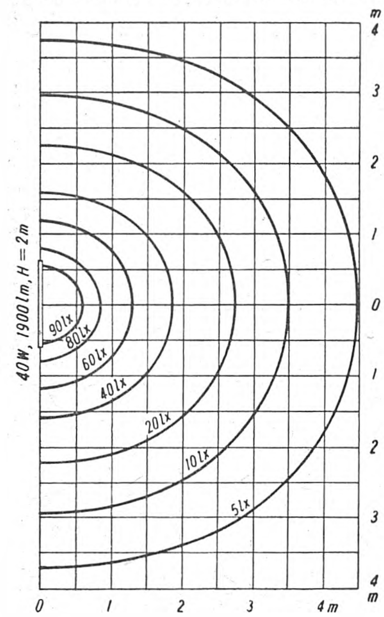
Rys. 5. Wysokość 3 m



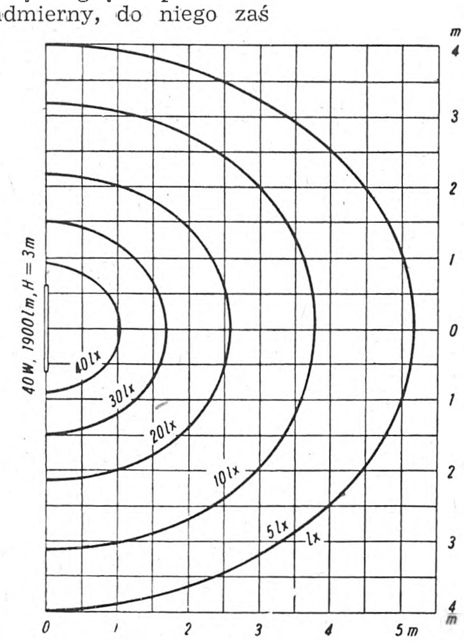
Rys. 6. Wysokość 4 m

Rys. 4—6. Jasność pozioma przy rurze w oprawie korytkowej

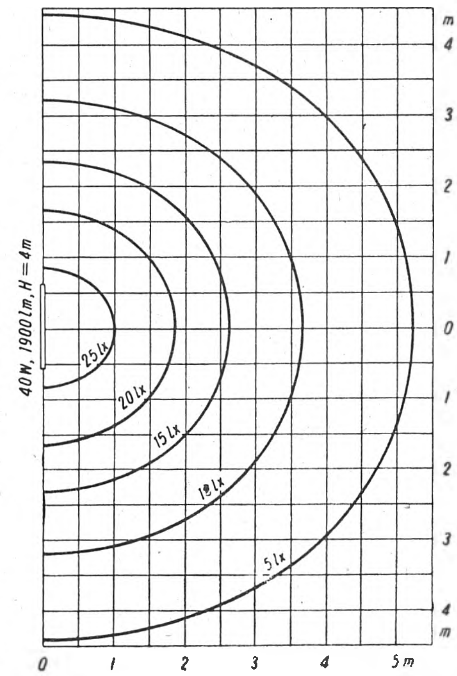
ległości od źródła mniejszej od 5-krotnej jego długości tj. na odległościach, które wchodzą w grę w przeważającej liczbie urządzeń, byłby nadmierny, do niego zaś



Rys. 7. Wysokość 2 m



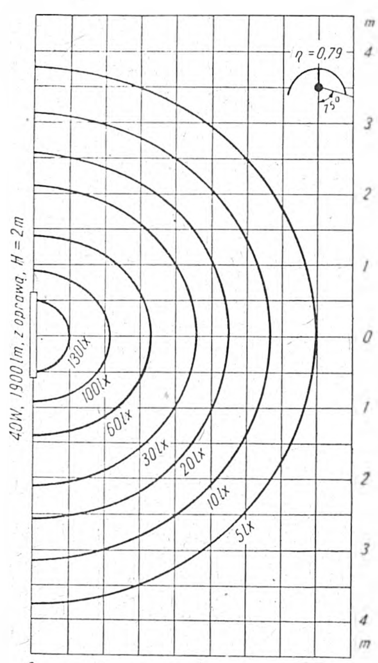
Rys. 8. Wysokość 3 m



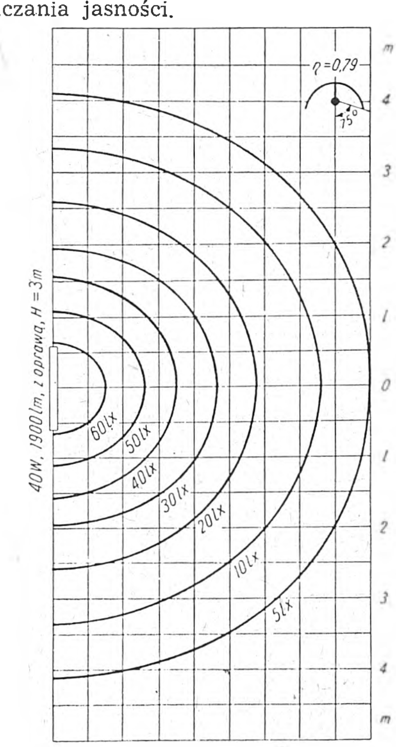
Rys. 9. Wysokość 4 m

Rys. 7—9. Krzywe jednakowej jasności (izoluksy) przy rurze gołej

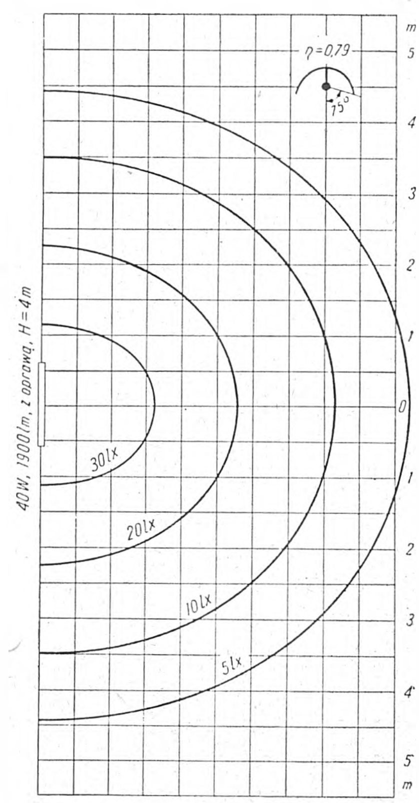
dołączy się jeszcze błąd spowodowany asymetrią rozsyłu. Doprowadza to do wniosku, że zachodzi konieczność opracowania odrębnych sposobów obliczania jasności.



Rys. 10. Wysokość 2 m



Rys. 11. Wysokość 3 m



Rys. 12. Wysokość 4 m

Rys. 10—12. Krzywe jednakowej jasności (izoluksy) przy rurze w oprawie korytkowej

Jednym z takich sposobów jest operowanie wykresami jasności poziomych w różnych odległościach od lampy lub też wykresami jednakowej jasności (izoluksami) od jednej lampy. Ujemną stroną tej metody jest konieczność opracowania wykresów odrębnych dla każdego z typów oprawy, dla każdego z typów pomieszczeń i każdej odległości od lampy. Przez zwężenie jednak zakresu do zagadnień oświetlenia wielkich hal fabrycznych, tj. do tego rodzaju oświetlenia, dla którego istnieje najpoważniejsza trudność rozmieszczenia lamp, liczba wykresów zostanie dostatecznie ograniczona, aby umożliwić łatwe zestawienie ich kompletu.

Dalsze ograniczenie liczby wykresów wynika z faktu, że w najbliższym czasie będą produkowane w kraju tylko dwa typy opraw do rur fluoryzujących: oprawa do światła rozproszonego (bez reflektora osłaniającego) i oprawa do światła bezpośredniego (z reflektorem osłaniającym, emaliowanym).

Do projektowania oświetlenia hal fabrycznych wystarczą przeto na najbliższy okres: 1) wykresy obu wymienionych rodzajów dla rury fluoryzującej, założonej przy suficie o średnim spółczynniku odbicia, z pominięciem wpływu ścian, który w dużych halach fabrycznych jest zawsze

bardzo nieznaczny, oraz 2) takież wykresy dla rury fluoryzującej w oprawie z reflektorem osłaniającym, rozpraszającym.

Taki zespół wykresów został opracowany przez Zakład Techniki Świetlnej na podstawie własnych pomiarów fotometrycznych, do których użyto lampy fluoryzującej światła „dziennego" o mocy 40 W i strumieniu 1900 lm oraz oprawy korytkowej o sprawności 0,79.

Na rys. 1 przedstawiony jest przebieg jasności poziomej w kierunkach prostopadłym (*a*), równoległym (*b*) i pod kątem 45° (*c*) do osi rury, założonej w odległości 10 cm od sufitu o średnim spółczynniku odbicia i 2 m od płaszczyzny pomiarowej. Na rys. 2 i 3 przedstawione są podobne krzywe dla płaszczyzn w odległościach 3 i 4 m od rury. Na rys. 4, 5 i 6 są przedstawione analogiczne układy krzywych dla rury w oprawie korytkowej.

Już z pomocą tych wykresów można by wyznaczyć jasności w kierunkach wymienionych oraz, przez interpolację, w kierunkach pośrednich. Łatwiej jednak korzystać z wykresów jednakowej jasności, sporządzonych dla gołej lampy (rys. 7, 8 i 9) bądź dla lampy w oprawie korytkowej (rys. 10, 11 i 12).

Po przerysowaniu wykresów tych na kalce przy zachowaniu skali planu budowlanego można łatwo przez nakładanie nań i przesuwanie wykresu wyznaczyć jasności w interesujących punktach pomieszczeń.

W zależności od mocy lamp i barwy ich światła należy do obliczeń wprowadzić następujące spółczynniki przerachowania:

Barwa swiatła	Moc	
	40 W	25 W
Dzienna	1,0	0,58
Biała	1,10	0,63
Ciepło-biała	1,05	0,61

Inż. W. Felhorski

Zakład Materiałoznawstwa Elektrycznego

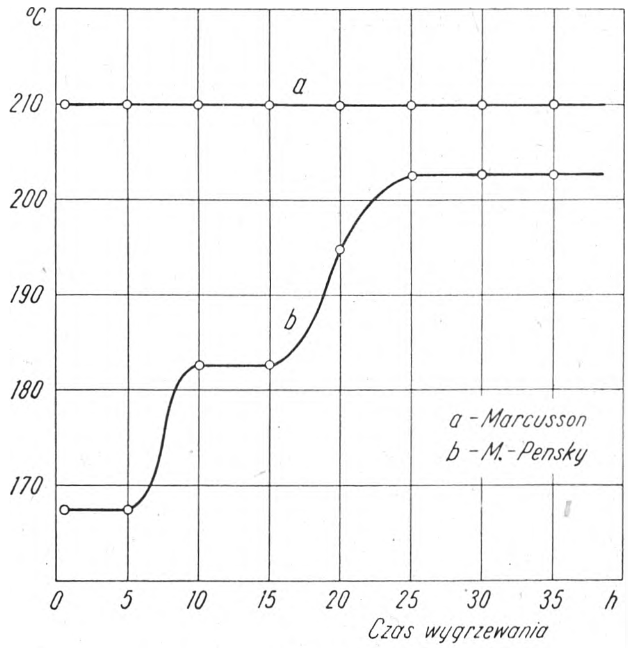
TEMPERATURA ZAPŁONU W APARATACH M. PENSKY-MARCUSSONA

Jedna z serii badań w ramach prac normalizacyjnych Zakładu Materiałoznawstwa Elektrycznego miała za cel znalezienie zależności pomiędzy temperaturami zapłonu tego samego rodzaju oleju izolacyjnego, mierzonymi raz w aparacie o tyglu otwartym Marcussona, a drugi raz w aparacie o tyglu zamkniętym Martens Pensky'ego. Dotychczasowe normy polskie dla olejów przewidywały pomiary tylko w aparacie o tyglu otwartym.

Jednym z powodów, dla których postanowiono zastąpić aparat o tyglu otwartym aparatem o tyglu zamkniętym, jest dokładność oznaczenia, która w aparacie Martens-Pensky'ego jest dużo większa. Drugim powodem jest duży wpływ warunków zewnętrznych w aparacie Marcussona: mały ruch powietrza znacznie podwyższa wyniki, wskutek czego sam pomiar jest dość kłopotliwy. Poza tym w wielu normach obcych na oleje transformatorowe stosowana jest metoda o tyglu zamkniętym (czeskie, angielskie, francuskie).

Zagadnienie zostało zwężone do temperatur od 130—210° C, tj. do temperatur zapłonu olejów izolacyjnych i turbinowych. Pierwszy plan przewidywał wykonanie pewnej liczby oznaczeń dla różnych olejów i to olejów, które już pracowały. Średnia wyników miała dać szukaną zależność. Pomiarów dokonano na ok. 100 olejach (ok. 500 oznaczeń). Różnice jednak pomiędzy temperaturami zapłonu w obu aparatach były tak rozstrzelone — zawarte w granicach od 4 do 45° C, że trudno było dopatrzeć się zależności. Wyniki potwierdziły tylko znany zresztą fakt, że w aparacie o tyglu zamkniętym wskazania są zawsze niższe niż w aparacie o tyglu otwartym. Pozwoliły one poza tym ustalić dla oleju najniższą dopuszczalną temperaturę zapłonu mierzoną w aparacie o tyglu zamkniętym na 135° C. Dotychczasowe normy ustalały temperaturę zapłonu w aparacie o tyglu otwartym na 140° C. Różnica 5° C, jak wynika z dalszych prac, posiada też inne uzasadnienie. Ciekawą rzeczą wydawało się stwierdzenie, co wpływa na tak rozbieżne wyniki.

Wyszliśmy z założenia, że frakcja wąsko-temperaturowa, jaką jest każdy gatunek oleju, powinna dawać w pomiarach pewną stałą różnicę. Różnica ta dla każdego gatunku



Rys. 1

oleju powinna być inna, zależna od bezwzględnej temp. zapłonu. Więc oleje o temp. zapłonu 140° C (oleje transformatorowe) powinny mieć różnicę ok. 5° C, dla olejów o temp. zapłonu 200° C (oleje turbinowe) różnica powinna wynosić ok. 8° C. Różnice większe są spowodowane domieszkami olejów lżejszych czy nawet benzyny, wzgl. błędami pomiarów. Błędy pomiarów staraliśmy się usunąć przez dobranie odpowiednich warunków i przez powierzenie tych samych oznaczeń różnym pracownikom.

Jeżeliby powyższe założenie było słuszne, to po usunięciu domniemanych domieszek z oleju, posiadającego dużą różnicę temperatur zapłonu w obu aparatach, różnica winna się zmniejszyć do wyżej wymienionych granic. Usunięcia domieszek niskolotnych dokonano przez nagrzewanie pod zmniejszonym ciśnieniem, uzyskanym przez pompę wodną (rys. 1). Początkowa różnica 42,5° C spadła do 25° C. Dalsze wygrzewanie nie dawało zmiany. Dopiero przy użyciu pompy olejowej i nieco wyższej temperatury (100°) temperatura zapłonu w tyglu zamkniętym podniosła się, co w rezultacie dało różnicę w temp. zapłonu przy pomiarach w obu aparatach 7° C. Olej więc zawierał substancje bardzo lotne (pierwszy schodek wykresu) i trudniej lotne (drugi schodek wykresu). Był to prawdopodobnie olej transformatorowy. W żadnym pomiarze nie było różnicy w temperaturze zapłonu mierzonej aparatem o tyglu otwartym. Oleje transformatorowe o dużej różnicy temperatury zapłonu wygrzewane pod zmniejszonym ciśnieniem dawały w rezultacie różnicę od 4 do 6° C (tabl. I).

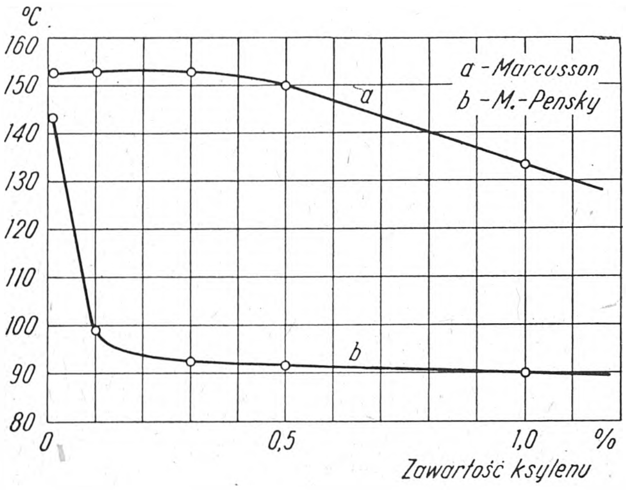
T a b l i c a I. Różnice w temperaturze zapłonu w aparatach o tyglu zamkniętym i tyglu otwartym, przed wygrzaniem i po wygrzaniu

Przed wygrzaniem	Po wygrzaniu
9,0° C	3,5° C
10,0° C	4,5° C
16,0° C	6.0° C
34,5° C	6,0° C

Celem zbadania wpływu lotnych domieszek na różnicę temperatury zapłonu przy użyciu obu aparatów, dodawano ksylenu do oleju transformatorowego posiadającego różnicę 6°. Rys. 2 podaje wyniki. Dodatek 0,1% ksylenu spowodował spadek temperatury zapłonu w tyglu zamkniętym o 50°, gdy aparat o tyglu otwartym nie wykazywał zmiany, tak samo zresztą przy dodaniu 0,3% ksylenu.

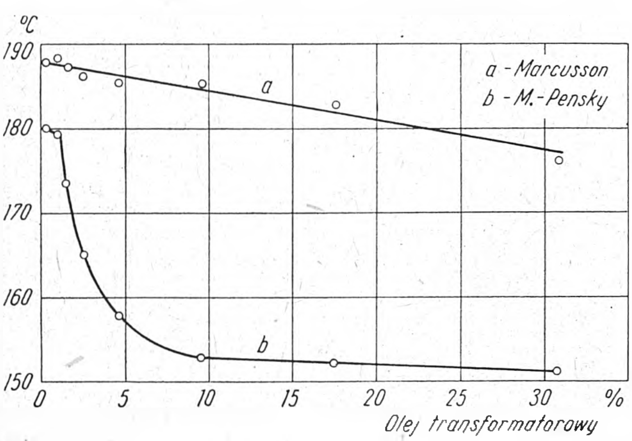
1-procentowa zawartość ksylenu obniżała temp. zapłonu w obu aparatach, jednak różnica pozostawała duża, bo 45° C. Usunięcie domieszanego ksylenu przez wygrzewanie wymagało długiego wygrzewania pod próżnią.

Oleje transformatorowe i turbinowe są przeważnie przechowywane w jednym pomieszczeniu i istnieje możliwość przypadkowego zmieszania, szczególnie przy dolewaniu



Rys. 2

oleju. Z tego powodu zbadano układ: olej transformatorowy — olej turbinowy. Oleje użyte do analiz posiadały małą różnicę w temp. zapłonu. Wyniki podobne jak w układzie olej — ksylen (rys. 3), tylko mniej kontrastowe. Temperatura zapłonu w tyglu otwartym zmienia się w zależności od procentowej zawartości oleju transformatorowego mniej więcej po linii prostej, czyli wartości są addytywne. Ze składu procentowego mieszaniny olejów i temperatur



Rys. 3

zapłonu, które zmierzono dla poszczególnych składników w aparacie o tyglu otwartym, można odczytać na wykresie temperaturę zapłonu danej mieszaniny.

Aparat Martens-Pensky'ego (tygiel zamknięty) wykazuje już zawartość oleju transformatorowego w oleju turbinowym w ilości 1%; temp. zapłonu zbliża się do temp. zapłonu oleju transformatorowego. Domieszki najczęściej przypadkowe, zawarte w bardzo małych ilościach, mogą nie wpływać na inne własności fizyczne i chemiczne oleju, trudno je wykryć w toku normalnej analizy.

Olej o własnościach odpowiadających normom może być niebezpieczny. Domieszka benzyny w oleju, którą można wykryć po zapachu, nie wpływa na temperaturę zapłonu mierzoną w aparacie o tyglu otwartym, lecz może być — szczególnie w dużych jednostkach — przyczyną wybuchu, spowodować pienienie się z przyczyn zdawałoby się niewyjaśnionych. Olej turbinowy — w zupełności odpowiadający normom — w turbinie w czasie pracy momentalnie pienił się, wykazywał zawiesiny i był powodem tego, że turbinę rozbierano i doszukiwano się wad w jej budowie. Olej ten po dłuższej pracy tak samo z niewiadomych przyczyn zaczął pracować normalnie. Koszty spowodowane dłuższym postojem turbiny i pracą przy jej demontażu na pewno przewyższyły wartość oleju. Należy zaznaczyć, że olej odpowiadał wymaganiom norm. Jedyną wskazówką, która wówczas nie zwróciła jednak uwagi, było to, że olej posiadał różnicę w temperaturach zapłonu w obu aparatach ok. 40°.

W innym przypadku olej turbinowy świeży, posiadający temperaturę zapłonu w aparacie o tyglu otwartym 189° C, a w aparacie o tyglu zamkniętym 149,5, czyli o różnicy pomiędzy obu wskazaniami 39,5°, po jednogodzinnej pracy w turbinie obrócił się w trwałą emulsję. Emulsja powstająca na skutek pienienia się jest tak trwała, że uniemożliwia użycie oleju, co w rezultacie powoduje długi postój turbiny. Z powyższych przykładów wynika, że należałoby zagadnienie wpływu substancji niskolotnych, zawartych w oleju turbinowym, na pracę oleju dokładniej zbadać, gdyż mogłoby to zmienić wymagania stawiane olejom turbinowym.

Oleje wyłącznikowe i transformatorowe, pracujące w obiektach zamkniętych, mogą na skutek lokalnych przegrzań i wyładowań ulegać termicznemu „krakingowi", tworząc produkty niskodrobinowe łatwopalne w ilościach jednak tak małych, że aparat Marcussona o tyglu otwartym tego nie uchwyci. Wykryte mogą one być w aparacie o tyglu zamkniętym. Substancje te mimo podwyższonej temperatury pracy oleju nie łatwo z niego uchodzą (ilość ich stale się zwiększa, co powoduje spadek temperatury zapłonu w aparacie o tyglu zamkniętym). Spadek temperatury zapłonu mierzony w aparacie o tyglu zamkniętym, względnie wzrost różnicy we wskazaniach temperatury zapłonu w obu aparatach może być sygnałem do kontroli transformatora. Należy zwrócić uwagę na to, że dopełnianie transformatora olejem o niższej temperaturze zapłonu zwiększy różnicę. Różnica ta będzie się stale zwiększała aż do ilości ok. 10—15° oleju o niższej temperaturze zapłonu, by potem maleć (rys. 3).

Wnioski

1. Olej transformatorowy świeży nie może mieć w temp. zapłonu, mierzonej w aparacie o tyglu otwartym i w aparacie o tyglu zamkniętym, większej różnicy niż 5° C. Graniczna temperatura zapłonu, mierzona w aparacie o tyglu zamkniętym, nie może być niższa niż 135° C. Większa różnica spowodowana jest domieszkami, lub też wskazuje na to, że mamy do czynienia z mieszaniną dwu różnych olejów.

2. Olej transformatorowy będący w ruchu nie może mieć — ze względu na bezpieczeństwo — temp. zapłonu mierzonej w aparacie o tyglu zamkniętym niższej niż 135° C. Różnica w obu aparatach nie może być większa niż 10° C. Wyjątek mogą stanowić wszystkie wyłączniki i transformatory z olejami poniemieckimi, które są najczęściej mieszaniną kilku olejów.

3. Wzrost różnicy w pomiarach temperatury zapłonu w obu aparatach wskazuje na możliwość wadliwego funkcjonowania transformatora czy innego urządzenia pracującego w oleju.

4. Olej turbinowy świeży i regenerowany nie może mieć w temperaturze zapłonu w obu aparatach większej różnicy niż 10° C. Granicą jest dla oleju turbinowego I temperatura 160° C, dla oleju turbinowego II — 170° C. Większe różnice spowodowane zanieczyszczeniami mogą wywoływać w pracy pienienie się oleju.

5. Wzrost różnicy temperatury zapłonu mierzonej w aparatach o tyglu otwartym i tyglu zamkniętym jest spowodowany obniżeniem temperatury zapłonu w aparacie o tyglu zamkniętym. Pomiar w aparacie o tyglu zamkniętym jest bardziej uniezależniony od warunków zewnętrznych, dzięki temu dużo dokładniejszy; szybkość pomiaru jest taka sama w obu aparatach. Z powyższych powodów należy wyeliminować z polskich norm olejowych pomiar w aparacie o tyglu otwartym i zastąpić go pomiarem w aparacie o tyglu zamkniętym.

6. W wypadkach specjalnych, szczególnie dla olejów nieznanego pochodzenia i ewentualnie do oceny stopnia zużycia oleju np. wyłącznikowego, należy zalecić pomiar w obu aparatach.

Bol. Dryś

Uwagi do poniższego projektu II należy nadsyłać pod adresem Wydziału Elektrotechniki PKN (Warszawa, Al. Stalina 27, m. 31) w terminie do dnia 1 sierpnia 1950 r.
Projekt opracowała XVI Komisja Akumulatorów w składzie: G. Hornziel (referent), G. Issajew, B. Jakubowski, R. Kubrakiewicz, K. Kwiatkowski (przewodniczący), R. Rozental, K. Szulc, J. Świtkowski.

POLSKIE NORMY ELEKTROTECHNICZNE PN/E-66*)

AKUMULATORY ELEKTRYCZNE

PRZEPISY OGÓLNE

1. POSTANOWIENIA OGÓLNE

1.1. Przedmiot normy.

Przedmiot normy stanowią przepisy ogólne na elektryczne akumulatory kwasowe i zasadowe.

1.2. Określenia.

1.2.1. *Akumulator* jest to elektrochemiczne źródło prądu stałego, które po wyładowaniu daje się skutecznie naładować prądem elektrycznym. Akumulator może składać się z jednego lub więcej ogniw akumulatorowych (1.2.2.).

1.2.2. *Ogniwo akumulatorowe* jest to akumulator składający się z płyt dodatnich i ujemnych oraz elektrolitu, zawartych w jednym naczyniu.

1.2.3. *Bateria akumulatorowa* jest to akumulator stanowiący zespół dwu lub więcej ogniw akumulatorowych połączonych ze sobą elektrycznie.

1.2.4. *Akumulator stały* jest to akumulator ustawiany na stałe w miejscu swej pracy i nie przystosowany do przenoszenia.

1.2.5. *Akumulator stały gotowy polutowany* jest to akumulator stały dostarczony przez wytwórnię z płytami pospawanymi w zespoły (1.2.20.). Zespoły płyt są zaopatrzone w zaciski (1.2.28.) do łączenia ogniw w baterii.

1.2.6. *Akumulator przenośny* jest to akumulator zbudowany w sposób umożliwiający jego przenoszenie i przewożenie w stanie pełnoużytkowym (wraz z elektrolitem).

1.2.7. *Płyta akumulatorowa* jest to elektroda ogniwa akumulatorowego, zaopatrzona w masę czynną (1.2.8.) lub zdolna do jej wytwarzania na swojej powierzchni we właściwym elektrolicie pod wpływem przepływającego przez nią we właściwym kierunku prądu stałego.

1.2.8. *Masa czynna* jest to materiał zawarty w płycie akumulatorowej, w którym zachodzą zmiany chemiczne podczas przepływu jednokierunkowego prądu elektrycznego.

1.2.9. *Płyta dodatnia* jest to płyta akumulatorowa, od której płynie prąd do obwodu zewnętrznego w czasie wyładowania.

1.2.10. *Płyta ujemna* jest to płyta akumulatorowa, do której płynie prąd z obwodu zewnętrznego w czasie wyładowania.

*) Wszelkie prawa przedruku zastrzeżone przez Polski Komitet Normalizacyjny.

1.2.11. *Płyta wielkopowierzchniowa* jest to płyta ołowiana z żeberkami, na której masa czynna jest wytwarzana z materiału płyty w drodze procesu elektrochemicznego.

1.2.12. *Płyta masowa* jest to płyta, do której masa czynna jest wprowadzona maszynowo lub ręcznie i jest utrzymywana w kratkach, kieszonkach, rurkach itp.

1.2.13. *Płyta kratkowa* jest to odmiana płyty masowej zawierająca masę czynną w kratkach z ołowiu utwardzonego.

1.2.14. *Płyta pudełkowa* jest to odmiana płyty kratkowej, w której kratki są pokryte obustronnie blachą dziurkowaną od strony czynnej.

1.2.15. *Płyta opancerzona* jest to odmiana płyty masowej, w której masa czynna jest utrzymywana w opancerzeniu z materiału izolacyjnego (np. ebonitu).

1.2.16. *Płyta kieszonkowa* jest to odmiana płyty masowej, w której masa czynna jest utrzymywana w kieszonkach z drobno dziurkowanej blachy.

1.2.17. *Płyta rurkowa* jest to odmiana płyty masowej, w której masa czynna jest utrzymywana w rurkach z drobno dziurkowanej blachy.

1.2.18. *Chorągiewka* jest to wystająca część płyty akumulatorowej, która służy do łączenia płyty z mostkiem biegunowym (1.2.19.) lub do jej zawieszenia.

1.2.19. *Mostek biegunowy* jest to część służąca do połączenia ze sobą szeregu płyt akumulatorowych tej samej biegunowości w jeden zespół.

1.2.20. *Zespół płyt akumulatorowych* jest to szereg płyt tej samej biegunowości w jednym ogniwie, połączonych ze sobą za pomocą mostka biegunowego.

1.2.21. *Końcówka ogniwa* jest to wystająca część mostka biegunowego lub chorągiewki, która służy do łączenia ogniw ze sobą lub z obwodem zewnętrznym.

1.2.22. *Przekładka* jest to wkładka z materiału izolacyjnego, oddzielająca od siebie lub od ścian naczynia płyty różnej biegunowości.

1.2.23. *Zestaw płyt akumulatorowych* stanowią zespoły płyt obu biegunowości tego samego ogniwa wraz z przekładkami.

1.2.24. *Elektrolit* jest to ośrodek przewodzący w ogniwie w postaci wodnego roztworu kwasu lub zasady.

1.2.25. *Naczynie akumulatorowe* jest to jednokomorowe naczynie przeznaczone dla jednego zestawu płyt i do napełnienia elektrolitem; długością naczynia jest jego wymiar poziomy w kierunku prostopadłym do powierzchni płyt (wzdłuż grubości płyt), a szerokością — w kierunku równoległym do powierzchni płyt (wzdłuż szerokości płyt).

1.2.26. *Blok akumulatorowy* jest to dwu- lub więcej komorowe naczynie, przeznaczone do umieszczenia w każdej komorze jednego zestawu płyt i do napełnienia elektrolitem.

1.2.27. *Skrzynka akumulatorowa* jest to skrzynka z drewna, blachy lub innego materiału, przeznaczona do umieszczenia w niej jednego lub kilku ogniw w celu ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi i przystosowana do przenoszenia.

1.2.28. *Zaciski akumulatorowe* służą do przyłączenia przewodów obwodu zewnętrznego do ogniwa lub baterii oraz do łączenia między sobą poszczególnych ogniw.

1.2.29. *Łączniki* są to odpowiednio ukształtowane części przewodzące lub przewody zaopatrzone w końcówki odpowiednie do zacisków akumulatorowych lub końcówek ogniwa.

1.2.30. Ogniwo kontrolne jest to wybrane ogniwo baterii przeznaczone do pomiarów temperatury i ciężaru właściwego elektrolitu. Wyniki pomiarów dokonanych na ogniwie kontrolnym przyjmuje się jako miarodajne dla całej baterii.

1.2.31. Ogniwa końcowe w baterii akumulatorów są to ogniwa, które mogą być włączane lub wyłączane z obwodu w celu regulacji napięcia baterii.

1.2.32. Ogniwa dodatkowe są to ogniwa końcowe normalnie nie pracujące, a włączane jedynie podczas nadzwyczajnych wyładowań.

1.2.33. Ogniwa przeciwnapięciowe (przeciwogniwa) są to ogniwa praktycznie bezpojemnościowe, używane do regulowania napięcia na zaciskach odbiornika.

1.2.34. Napięcie znamionowe baterii akumulatorów jest to napięcie, na które bateria została wykonana i które jest podane na tabliczce znamionowej.

Uwaga. W przybliżeniu można przyjąć napięcie znamionowe ogniwa akumulatora kwasowego równe 2V, a zasadowego — 1,2 V lub 1,25 V.

1.2.35. Napięcie średnie ładowania lub wyładowania jest to średnie napięcie w czasie całego okresu ładowania lub wyładowania w określonych warunkach.

1.2.36. Napięcie bez obciążenia jest to napięcie mierzone na zaciskach akumulatora bez poboru prądu, odpowiadające sile elektromotorycznej akumulatora.

1.2.37. Napięcie ładowania początkowe przy określonym prądzie ładowania jest to napięcie na zaciskach akumulatora wyładowanego, zmierzone bezpośrednio po włączeniu prądu ładowania.

1.2.38. Napięcie ładowania końcowe przy określonym prądzie ładowania jest to napięcie na zaciskach akumulatora naładowanego, tzn. takie napięcie, które przy dalszym ładowaniu już nie wzrasta.

1.2.39. Napięcie wyładowania początkowe przy określonym prądzie wyładowania jest to napięcie na zaciskach akumulatora naładowanego, zmierzone po pobraniu 10% jego pojemności przy tym samym prądzie.

1.2.40. Napięcie wyładowania końcowe przy określonym prądzie wyładowania jest to napięcie, po którego osiągnięciu wyładowanie jest uważane za skończone i powinno być przerwane.

1.2.41. Ładowanie jest to czynność polegająca na przepuszczaniu przez akumulator prądu jednokierunkowego w celu nagromadzenia w nim energii elektrycznej.

1.2.42. Akumulator naładowany jest to akumulator naładowany do takiego stanu, przy którym dalsze jego ładowanie praktycznie nie powiększa nagromadzonej w nim energii elektrycznej.

1.2.43. Wyładowanie jest to pobieranie z akumulatora energii elektrycznej przez obwód zewnętrzny.

1.2.44. Akumulator wyładowany jest to akumulator, który został wyładowany do napięcia wyładowania końcowego (1.2.40.).

1.2.45. Samowyładowanie jest to zjawisko zmniejszania się pojemności akumulatora przy odłączonym obwodzie zewnętrznym. Określa się je procentową stratą pojemności akumulatora w ciągu określonego okresu czasu, odniesioną do 1 doby, według wzoru:

$$\frac{C_1 - C_2}{nC_1} \cdot 100\,\%, \tag{1-1}$$

w którym C_1 — pojemność początkowa,
C_2 — pojemność zmierzona po n dniach.

1.2.46. Czas znamionowy jest to okres czasu wyładowania akumulatora przyjęty jako normalny dla danego typu akumulatora.

1.2.47. Pojemność akumulatora jest to ilość elektryczności wyrażona w amperogodzinach (Ah), lub ilość energii elektrycznej wyrażona w watogodzinach (Wh), która może być pobrana z akumulatora w określonych warunkach.

1.2.48. Pojemność znamionowa jest to pojemność wyrażona w amperogodzinach, na którą akumulator został zbudowany, i podana przez wytwórcę na tabliczce znamionowej.

1.2.49. Współczynnik cieplny pojemności jest to procentowa zmiana pojemności, odpowiadająca zmianie temperatury elektrolitu o 1°C.

1.2.50. Prąd znamionowy jest to prąd wyładowania, którego natężenie równa się ilorazowi pojemności znamionowej przez znamionowy czas wyładowania.

1.2.51. Najwyższy dopuszczalny prąd ładowania lub wyładowania jest to największe natężenie prądu, który może przepływać przez akumulator w czasie ładowania lub wyładowania nie zagrażając trwałości płyt akumulatorowych. Wartość tę określa wytwórca.

1.2.52. Prąd ładowania końcowego jest to prąd, którego wartość ustala wytwórca jako prąd ładowania akumulatora w okresie jego gazowania (1.2.68.).

1.2.53. Cykl pracy akumulatora jest to wyładowanie i następujące po nim ładowanie akumulatora w celu przywrócenia go do stanu przed rozpoczęciem wyładowania.

1.2.54. Trwałość akumulatora jest to okres jego zdolności użytkowej w określonych warunkach pracy. Trwałość akumulatora może być wyrażona okresem czasu, albo liczbą cykli, albo też iloczynem pojemności znamionowej przez liczbę cykli, po których upływie pojemność amperogodzinowa akumulatora zmniejszy się o określony procent w stosunku do pojemności znamionowej.

1.2.55. Ładowanie prądem o stałym natężeniu jest to ładowanie dokonywane przy stałej wartości prądu.

1.2.56. Ładowanie prądem o stopniowanym natężeniu jest to ładowanie dokonywane prądem o zmniejszającym się skokami, lecz w każdym stopniu stałym natężeniu do chwili osiągnięcia w każdym stopniu określonej wartości napięcia. Napięcia te są określone w zależności od natężenia prądu ładowania i typu akumulatora.

1.2.57. Ładowanie przy stałym napięciu jest to ładowanie przy stałej wartości napięcia na zaciskach baterii.

1.2.58. Zmodyfikowane ładowanie przy stałym napięciu jest to ładowanie przy stałej wartości napięcia na zaciskach źródła prądu ładowania i przy włączonym w szereg z baterią stałym oporze, dzięki któremu napięcie na zaciskach baterii wzrasta w miarę ładowania.

1.2.59. Podładowanie jest to częściowe ładowanie zazwyczaj prądem o dużym natężeniu w ciągu krótkiego okresu czasu.

1.2.60. Doładowanie jest to okresowe ładowanie baterii praktycznie naładowanej, mające na celu doprowadzenie jej do stanu całkowitego naładowania.

1.2.61. Ładowanie wyrównawcze jest to powolne ładowanie (zazwyczaj z przerwami), które stosuje się w celu regeneracji masy czynnej.

1.2.62. Przeładowanie jest to ładowanie baterii w okresie silnego gazowania płyt obu biegunowości.

1.2.63. Ładowanie przyśpieszone jest to naładowanie baterii dokonane do określonego jej stanu w krótszym okresie czasu i prądem o natężeniu większym, niż to jest zalecane dla danego typu ogniw.

1.2.64. Ładowanie ciągłe jest to ładowanie baterii w czasie pracy buforowej, mające na celu pokrywanie poboru prądu przez obwód zewnętrzny z uwzględnieniem strat wewnętrznych baterii.

1.2.65. Ładowanie konserwacyjne jest to ładowanie ciągłe niepracującej baterii prądem o niewielkim natężeniu w celu utrzymania baterii w stanie całkowitego naładowania.

1.2.66. Przebiegunowanie akumulatora jest to odwrócenie jego biegunowości, wywołane niewłaściwym ładowaniem (w odwrotnym kierunku) lub niewłaściwym wyładowaniem (poniżej wartości napięcia wyładowania końcowego).

1.2.67. Uruchomienie akumulatora jest to doprowadzenie nowozbudowanego lub wyremontowanego akumulatora do stanu jego normalnej zdolności użytkowej. Polega ono na napełnieniu akumulatora elektrolitem i przeprowadzeniu w ściśle określony sposób pierwszego ładowania oraz ewentualnie szeregu wstępnych wyładowań i naładowań. Akumulator dopiero po uruchomieniu może być normalnie użytkowany.

1.2.68. Gazowanie ogniw jest to wydzielanie się tlenu, wodoru lub obu gazów jednocześnie podczas ładowania, zwłaszcza w końcowym jego okresie; występuje ono również w małym stopniu podczas wyładowania oraz w baterii niepracującej.

1.2.69. Opór wewnętrzny jest to opór akumulatora, którego wartość chwilowa mierzona jest stosunkiem zmiany napięcia na końcówkach akumulatora do odpowiedniej zmiany prądu, dokonanej w krótkim odstępie czasu:

$$R_W = \frac{U_1 - U_0}{J_2 - J_1} \qquad (1\text{-}2)$$

1.2.70. Opór zastępczy akumulatora jest to opór, wyrażony w omach, który przy danym prądzie ładowania lub wyładowania powoduje taki sam spadek napięcia, jaki występuje rzeczywiście w akumulatorze przy ładowaniu lub wyładowaniu. Spadek napięcia w akumulatorze składa się ze spadku na jego oporze wewnętrznym, ze spadku wskutek polaryzacji oraz innych zjawisk towarzyszących przemianom elektrochemicznym.

1.2.71. Sprawność energetyczna akumulatora jest to stosunek energii oddanej przez akumulator do energii dostarczonej w celu przywrócenia jego pierwotnego stanu naładowania przy określonych warunkach temperatury, prądu i końcowego napięcia w czasie ładowania i wyładowania.

1.2.72. Sprawność elektryczna akumulatora jest to stosunek ilości elektryczności oddanej przez akumulator do ilości elektryczności dostarczonej w celu przywrócenia jego pierwotnego stanu naładowania przy określonych warunkach temperatury, prądu i końcowego napięcia w czasie ładowania i wyładowania.

1.3. Podział akumulatorów.

1.3.1. W zależności od układu elektrolitycznego rozróżnia się akumulatory:

a) kwasowo-ołowiowe z płytami wielkopowierzchniowymi (1.2.11) lub z płytami masowymi (1.2.12), przy czym płyty masowe mogą być: kratkowe (1.2.13), pudełkowe (1.2.14.) lub opancerzone (1.2.15.);

b) zasadowe kadmo- lub żelazo-niklowe z płytami masowymi kieszonkowymi (1.2.16.) lub rurkowymi (1.2.17).

1.3.2. W zależności od budowy rozróżnia się akumulatory:

a) stałe (1.2.4.),

b) przenośne (1.2.6.).

1.4. Cechowanie.

Na każdym ogniwie lub baterii akumulatorowej należy wykonać w sposób czytelny i trwały, a jeżeli to jest niemożliwe, to umieścić na dołączonej tabliczce następujące napisy:

a) nazwę lub znak wytwórni,
b) typ (według katalogu wytwórcy),
c) napięcie znamionowe,
d) pojemność znamionową w amperogodzinach (Ah) wraz z prądem znamionowym w amperach (A).

2. WYMAGANIA TECHNICZNE

2.1. Wymagania ogólne.

2.1.1. Uwagi ogólne. Materiały użyte do wyrobu części akumulatora stykających się z elektrolitem nie mogą zawierać składników zanieczyszczających elektrolit w niedopuszczalnych ilościach (2.1.8), wpływających szkodliwie na działanie akumulatora. Części akumulatora znajdujące się nazewnątrz naczynia powinny być uodpornione na działanie elektrolitu.

W akumulatorach ołowiowych wszystkie lutowania muszą być wykonane ołowiem lub stopem ołowiu w płomieniu odtleniającym i muszą zapewnić dokładne i trwałe połączenie.

Akumulator powinien być zmontowany w sposób dostosowany do warunków jego pracy.

2.1.2. Budowa płyt. Do wyrobu płyt wielkopowierzchniowych i masy czynnej płyt masowych akumulatora ołowiowego powinien być stosowany ołów miękki Pb I według normy PN/H-82201. Do wyrobu krat płyt masowych powinien być stosowany w zależności od rodzaju akumulatora ołów twardy Pb I Sb9 według normy PN/H-87101 albo ołów miękki Pb I lub Pb II według normy PN/H-82201, utwardzony domieszką odpowiednio czystego antymonu lub innej substancji zastępczej, dającej stop o jakości co najmniej takiej, jak ołów twardy.

Masa czynna płyt masowych powinna być jednolita pod względem własności fizycznych i chemicznych i ściśle wypełniać kratki, kieszonki, rurki itp. w sposób zapewniający jak najmniejszy opór przejściowy.

Płyty nie powinny być wypaczone. Płyty odlewane i kratki płyt masowych nie powinny wykazywać pęknięć, otworów, porowatości i wzdęć na powierzchniach pochodzących z odlewu. Płyty dostarczone osobno w stanie suchym nie mogą wykazywać plam, pochodzących z długotrwałego magazynowania w wilgotnych miejscach. Płyty dostarczone osobno i przeznaczone do tej samej baterii powinny być w wytwórni poddane wstępnemu ładowaniu (formowaniu).

2.2.3. Wykonanie zespołów płyt. Płyty do zespołów tego samego akumulatora powinny być tak dobrane, aby nie różniły się zewnętrznie w sposób widoczny. W miejscach połączeń płyt w zespół nie może być dostrzegalnych usterek, mających wpływ na zwiększenie oporów przejściowych, jak pęknięć, skaz itp.

2.2.4. Zawieszenie płyt i zespołów. Zawieszenie płyt w naczyniach ma być wykonane w ten sposób, aby płyty dodatnie mogły swobodnie zwiększać swą objętość, aby opadający osad mógł się gromadzić pod płytami oraz aby poziom elektrolitu w naczyniu mógł sięgać ponad

górną krawędź płyt. W tym celu krawędzie płyt zarówno poziome, jak i pionowe powinny być odpowiednio oddalone od bocznych ścianek, pokrywy i dna naczynia. W akumulatorze zakrytym powinna być między pokrywą a elektrolitem pozostawiona odpowiednia przestrzeń. Płyty powinny być ustawione równolegle względem siebie zarówno w zespołach, jak i w ogniwach. W przypadku zastosowania przekładek, izolujących płyty między sobą, przekładki te powinny być wykonane z materiału izolacyjnego, nie ulegającego w okresie trwałości akumulatora rozkładowi pod wpływem działania elektrolitu, prądu i temperatury; poza tym nie powinny wykazywać takich wad, jak sęki, pęknięcia i odłamania. Przekładki faliste nie powinny być spłaszczone.

2.2.5. Zaciski i połączenia. Rozmieszczenie zacisków w akumulatorach jest podane w normach szczegółowych. Umocowanie zacisków oraz łączników powinno być mocne, trwałe i zabezpieczone przeciwko obluzowaniu. Zaciski oraz łączniki powinny być dobrze odizolowane od skrzynki akumulatora. Zaciski powinny być tak wykonane, aby zapewniały dobry i pewny styk z dołączonymi do nich przewodami. W akumulatorach kwasowych o napięciu znamionowym nie przekraczającym 6 V jest dopuszczalne umieszczenie zacisków bezpośrednio na skrzynkach drewnianych bez stosowania izolacji. Przekrój połączeń stałych powinien być dostosowany odpowiednio do największego prądu, przewidzianego dla pracy danego akumulatora.

2.2.6. Naczynia powinny być mechanicznie wytrzymałe, szczelne i nie powinny się odkształcać pod wpływem zmian temperatury. Celuloid wolno stosować tylko do baterii przenośnych o napięciu nie przekraczającym 16 V. Naczynia zamknięte powinny być zaopatrzone w szczelne lub uszczelnione pokrywy. W pokrywach powinny być wykonane otwory do nalewania (wylewania) i sprawdzania elektrolitu (wyjątek stanowią ogniwa kieszonkowe do latarek z unieruchomionym elektrolitem, w których otwory mogą być zaklejone lub zalutowane). Otwory powinny być zamykane za pomocą klapek, korków itp. urządzeń, zabezpieczających akumulator przed zanieczyszczeniem oraz rozlewaniem się elektrolitu. Korki powinny być tak wykonane, aby nie mogły wpaść do wnętrza naczynia. Zamknięcia powinny być tak zbudowane, aby umożliwiały uchodzenie wydzielających się gazów, przy czym w akumulatorach zasadowych zamknięcie powinno uniemożliwiać dostęp powietrza do wnętrza ogniwa.

2.2.7. Skrzynki. Drewno na skrzynki powinno być suche, zdrowe i zasadniczo bez sęków. Stosowanie drewna zarażonego grzybem lub z oznakami gnicia jest niedopuszczalne. Niewielkie sęki — o średnicy nie przekraczającej 20 mm — dobrze zrośnięte z drzewem są dopuszczalne, jednak nie w miejscach wpustów (łączenie ścianek) i nie na krawędziach ścianek. Skrzynki drewniane do akumulatorów kwasowych na napięcie od 6 V wzwyż oraz do akumulatorów zasadowych bez względu na napięcie powinny być uodpornione na działanie elektrolitu.

Uwaga. Skrzynki drewniane, wyłożone ołowiem, które stanowią jednocześnie naczynia ogniw, powinny odpowiadać wyżej podanym warunkom oraz powinny być wykonane z drewna żywicznego i być uodpornione ze wszystkich stron na działanie elektrolitu przez odpowiednie nasycenie.

2.2.8. Elektrolit. Jako elektrolit do akumulatorów kwasowych należy stosować wodny roztwór kwasu siarkowego (H_2SO_4) według PN/C- [1]), do akumulatorów zaś zasadowych — wodny roztwór wodorotlenku potasu (KOH) według PN/C- [1]) z ewent. dodatkiem wodorotlenku litu (LiOH) według PN/C- [1]) lub wodny roztwór wodorotlenku sodu (NaOH) według PN/C- [1]). Stężenie roztworów zależy od rodzaju, typu i zastosowania akumulatorów, a wyraża się przez ciężar właściwy roztworu przy 20°C.

[1]) W opracowaniu.

Elektrolit w ogniwach powinien pokrywać całkowicie płyty, przy czym odległość poziomu elektrolitu od górnej krawędzi płyt ma odpowiadać danemu rodzajowi akumulatora.

2.2.9. Instrukcje uruchomienia, obsługi i konserwacji. Do każdego akumulatora ma być dostarczona przez wytwórcę instrukcja uruchomienia, obsługi i konserwacji danego typu akumulatora. W przypadku dostawy akumulatorów gotowych naładowanych wskazówki uruchomienia akumulatora mogą być w instrukcji pominięte.

2.3. Wymagania szczegółowe.

Wymagania szczegółowe są dla każdego rodzaju akumulatora przedmiotem norm szczegółowych.

W zakres tych wymagań wchodzą:
a) napięcie znamionowe (1.2.34.),
b) napięcie ładowania końcowe (1.2.38.),
c) napięcie ładowania średnie (1.2.35.),
d) napięcie wyładowania końcowe (1.2.40.),
e) napięcie wyładowania średnie (1.2.35.),
f) pojemność znamionowa (1.2.48.),
g) pojemność przy różnych prądach wyładowania,
h) zdolność raptownego wyładowania,
i) sprawność elektryczna (1.2.72.),
j) opór wewnętrzny (1.2.68.),
k) samowyładowanie (1.2.45.),
l) trwałość (1.2.54.),
m) ciężar całkowity,
n) wymiary główne,
o) wytrzymałość mechaniczna akumulatora (np. na wstrząsy),
p) specjalne cechy konstrukcyjne (np. niewylewność),
r) rodzaj elektrolitu,
s) specjalne własności materiałów użytych do wyrobu akumulatora.

Niektóre spośród wymagań wynikających z powyższego wykazu dotyczą tylko akumulatorów typów wymienionych we właściwych normach szczegółowych.

3. BADANIA I PRÓBY

3.1. Rodzaje prób.

Rozróżnia się dwa rodzaje prób:

a) próbę typu, która ma na celu stwierdzenie przydatności danego typu akumulatora do pracy w określonych warunkach z punktu widzenia konstrukcji, użytych materiałów i wykonania,

b) próbę wyrobu, która ma na celu stwierdzenie jakości wykonania poszczególnych akumulatorów danego typu.

3.2. Próba typu.

Próba typu polega na wykonaniu następujących badań i prób:
a) oględziny zewnętrzne (3.5.1.),
b) sprawdzenie elektrolitu (3.5.2.),
c) próba pojemności przy wyładowaniu prądem znamionowym (3.5.4.),
d) próby pojemności przy różnych obciążeniach (3.5.5.),
e) próba wyładowania raptownego (3.5.6.),
f) próba pojemności przy wyładowaniu z przerwami (3.5.7.),
g) próba samowyładowania (3.5.8.),
h) próba trwałości (3.5.9.),
i) próba odporności na wstrząsy (3.5.10.).

Normy szczegółowe określają w zależności od rodzaju akumulatora, które z prób elektrycznych wymienionych w punktach c) do h) są obowiązujące.

Próbę typu stosuje się przy badaniach nowych typów akumulatorów oraz typów, w których wprowadzono istotne zmiany konstrukcyjne lub materiałowe, mogące mieć wpływ na wyniki próby typu. Próbę typu stosuje się również przy okresowych badaniach produkcji.

3.3. Próba wyrobu.

Próba wyrobu polega na wykonaniu następujących badań i prób:

a) oględziny zewnętrzne (3.5.1.),
b) sprawdzenie elektrolitu (3.5.2.),
c) próba pojemności przy wyładowaniu prądem znamionowym (3.5.6.),
d) próba wyładowania raptownego (3.5.6.) (w akumulatorach samochodowych).

Próbę tę stosuje się przy odbiorach technicznych.

3.4. Pobieranie próbki.

Sposób pobierania próbek do próby typu i próby wyrobu oraz liczności próbek są podane w normach szczegółowych.

3.5. Opis badań i prób.

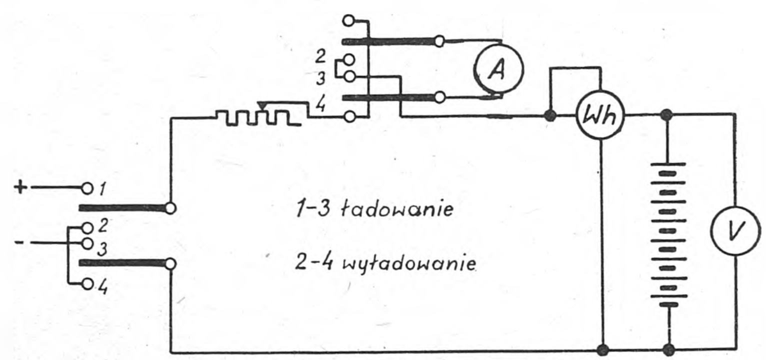
3.5.1. Oględziny zewnętrzne mają na celu stwierdzenie, czy akumulator nie ma łatwo dostrzegalnych usterek, których nie dopuszczają wymagania ogólne (2.2.1. do 2.2.9), a w szczególności sprawdzenie:

a) tabliczki znamionowej,
b) wymiarów,
c) stanu naczynia,
d) szczelności pokrywy i zalewy,
e) staranności wykonania.

Ponadto należy sprawdzić, czy są załączone instrukcje.

Przy próbie typu należy sprawdzić również wykonanie poszczególnych części akumulatora.

3.5.2. Sprawdzenie elektrolitu (2.2.8.) polega na pomiarze ciężaru właściwego elektrolitu za pomocą areometru oraz na pomiarze



Rys. 1. Układ połączeń do prób elektrycznych

poziomu elektrolitu w ogniwie i jednoczesnym zwróceniu uwagi, czy nie ma w elektrolicie widocznych zanieczyszczeń.

3.5.3. Przygotowanie do prób elektrycznych. Próby elektryczne wykonuje się w układzie połączeń podanym na rys. 1.

Amperomierz i woltomierz należy zastosować klasy 1 (przy próbie wyrobu przyrządy te mogą być klasy 1,5), przy czym woltomierz powinien mieć oporność wewnętrzną równą co najmniej 300 omom na 1 wolt, tzn. równą iloczynowi 300 przez liczbę woltów całkowitej skali. Zakresy przyrządów pomiarowych mają być tak dobrane, aby najwyższe wskazania w danej próbie leżały w pobliżu końca skali.

Przy próbach typu zaleca się użycie przyrządów samopiszących.

Przed przystąpieniem do prób elektrycznych w przypadku odbioru akumulatorów nie uruchomionych, należy badany akumulator uruchomić (1.2.67.) zgodnie z wymaganiami norm szczegółowych, a jeżeli one tego nie podają — zgodnie z instrukcjami wytwórcy.

Następnie należy wykonać następujące czynności:

a) osiągnąć stan całkowitego naładowania (1.2.42.) prądem o natężeniu zalecanym w instrukcji obsługi;

Uwaga. W akumulatorach kwasowych stan naładowania charakteryzuje się obfitym gazowaniem na płytach obu biegunowości, niewzrastaniem wartości napięcia i ciężaru właściwego elektrolitu w ciągu 2 ostatnich godzin ładowania oraz jednoczesnym występowaniem gazowania na obu biegunowościach płyt po krótkiej przerwie w ładowaniu z chwilą ponowego włączenia prądu ładowania.

W akumulatorach zasadowych stan naładowania zapewnia się przez doprowadzenie do akumulatora ilości elektryczności równej 3-krotnej pojemności znamionowej bez względu na jego stan naładowania.

b) wyładować prądem znamionowym do końcowego napięcia wyładowania;

c) naładować prądem o natężeniu jak w a) notując — co 0,1 czasu znamionowego — napięcia poszczególnych ogniw i baterii jako całości, ciężar właściwy elektrolitu (w akumulatorach kwasowych) i temperaturę elektrolitu w ogniwach kontrolnych; ładowanie należy zakończyć w akumulatorach kwasowych z chwilą wystąpienia oznak stanu całkowitego naładowania (a), a w akumulatorach zasadowych — po doprowadzeniu do akumulatora ilości elektryczności równej 1,5-krotnej pojemności znamionowej.

Po tak wykonanym przygotowaniu akumulator poddaje się poszczególnym próbom elektrycznym w kolejności podanej w 3.2 i 3.3.

Przy wykonywaniu prób elektrycznych po każdym wyładowaniu prądem odmiennym od znamionowego należy wykonać wyładowanie prądem znamionowym według b), ładowanie zaś należy zawsze wykonywać prądem według instrukcji wytwórcy (c).

Czas przerwy między każdym naładowaniem a wyładowaniem jest określony w normach szczegółowych.

3.5.4. Próba pojemności przy wyładowaniu prądem znamionowym polega na wyładowaniu akumulatora przygotowanego według 3.5.3. prądem o niezmiennym natężeniu, równym znamionowemu.

Przed przystąpieniem do próby należy wybrać co najmniej 1 dowolne ogniwo do kontroli temperatury i ciężaru właściwego elektrolitu.

Bezpośrednio przed rozpoczęciem próby, w czasie wyładowania oraz z końcem wyładowania należy dokonać pomiarów:

a) napięcia poszczególnych ogniw i baterii jako całości,
b) ciężaru właściwego elektrolitu w ogniwie kontrolnym,
c) temperatury elektrolitu w ogniwie kontrolnym.

W czasie wyładowania pomiary należy wykonywać w równych odstępach czasu i co najmniej co 0,1 czasu znamionowego.

Przy próbie akumulatorów zasadowych pomiary b) i c) wykonuje się tylko przed rozpoczęciem próby.

Odchylenia wartości prądu wyładowania od prądu znamionowego w ciągu całego okresu wyładowania nie mogą przekraczać $\pm$ 1%.

Spadek napięcia w łącznikach oblicza się jako różnicę wartości napięcia całej baterii i sumy wartości napięć poszczególnych ogniw.

Wyładowanie należy zakończyć z chwilą osiągnięcia przez baterię napięcia równego iloczynowi wartości napięcia końcowego przez liczbę ogniw, zmniejszonemu o spadek napięcia w łącznikach.

Jeżeli w czasie wyładowania którekolwiek z ogniw wykaże napięcie niższe od napięcia końcowego o 0,05 V, to nie przerywając wyładowania należy je odłączyć, a wrazie niemożności odłączenia — należy natychmiast zakończyć wyładowanie.

Wartość pojemności w amperogodzinach oblicza się jako iloczyn czasu wyładowania w godzinach przez natężenie prądu znamionowego w amperach.

Próbę należy wykonywać przy temperaturze elektrolitu 20 $\pm$ 5°C, przy czym jeżeli w akumulatorach kwasowych temperatura elektrolitu w ogniwie kontrolnym, obliczona jako średnia z dokonanych pomiarów, różni się od normalnej (20°C), obliczoną pojemność należy przeliczyć na temperaturę 20°C według wzoru:

$$C_t = C_{20}\,[1 + \alpha\,(t - 20)], \qquad (3\text{—}1)$$

w którym α = 0,008 przy czasie znamionowym wyładowania 10 godzin
α = 0,009 „ „ „ „ 5 „

W akumulatorach zasadowych nie uwzględnia się poprawki na temperaturę.

Stosunek obliczonej pojemności do pojemności znamionowej, wyrażony w procentach, nie może być mniejszy niż podano w normach szczegółowych.

Poza tym przy próbie typu należy w odniesieniu do jednego ogniwa i na podstawie pomiarów dokonanych w czasie próby:

a) wykreślić charakterystykę napięcia w funkcji czasu wyładowania,
b) określić średnie napięcie wyładowania,
c) wykreślić charakterystykę ciężaru właściwego elektrolitu w funkcji czasu wyładowania,
d) obliczyć pojemność w watogodzinach,
e) obliczyć sprawność elektryczną i energetyczną.

Do obliczenia sprawności korzysta się z danych pomiarowych otrzymanych podczas ładowania według 3.5.3. c).

3.5.5. Próby pojemności przy różnych obciążeniach polegają na kolejnym wyładowaniu akumulatora przygotowanego według 3.5.3. prądami o niezmiennych natężeniach i wartościach podanych w normach szczegółowych.

Próby przy poszczególnych wartościach prądu wyładowania wykonywa się poczynając od najniższej wartości kolejno aż do największej i z powrotem do najniższej. Poszczególne wyładowania wykonywa się według 3.5.4.

Na podstawie wyników prób należy:

a) obliczyć pojemności przy różnych natężeniach prądu,
b) wykreślić charakterystykę pojemności w funkcji czasu wyładowania (odpowiadającego poszczególnym prądom wyładowania),
c) wykreślić charakterystykę napięć wyładowania początkowych w funkcji natężenia prądu,
d) określić średnie napięcie wyładowania przy różnych natężeniach prądu, a następnie wykreślić charakterystykę średniego napięcia w funkcji natężenia prądu; kąt nachylenia charakterystyki określa opór zastępczy akumulatora.

3.5.6. Próba wyładowania raptownego jest stosowana przy badaniach niektórych tylko rodzajów akumulatorów (np. samochodowych). Wykonywa się ją przy temperaturze normalnej 20 $\pm$ 2°C oraz obniżonej 0 $\pm$ 1°C.

Próba polega na wyładowaniu akumulatora przygotowanego według 3.5.3. prądem o stałym natężeniu i wartości kilkakrotnie większej od znamionowej (wymagane natężenie jest podane w normach szczegółowych). Napięcie na akumulatorze zmierzone przy obciążeniu po upływie określonego czasu nie może być niższe od wymaganego.

Bezpośrednio po rozpoczęciu wyładowania, a następnie co 0,1 ... 0,2 czasu wyładowania, zależnie od rodzaju akumulatora, należy mierzyć napięcie. Co najmniej przed rozpoczęciem i bezpośrednio po zakończeniu wyładowania, a w miarę możności i w czasie wyładowania, należy zmierzyć temperaturę i ciężar właściwy elektrolitu.

Odchylenia wartości natężenia prądu wyładowania nie mogą przekraczać $\pm$ 2%.

3.5.7. Próba pojemności przy wyładowaniu z przerwami polega na wykonaniu szeregu wyładowań akumulatora przygotowanego według 3.5.3. prądem o określonej stałej wartości w ciągu określonych okresów czasu wyładowań i przerw między nimi.

Jako czas trwania wyładowania przyjmuje się sumę poszczególnych okresów wyładowań. Końcowe napięcie wyładowania określa się pomiarem dokonanym przy obciążeniu na końcu ostatniego okresu wyładowania.

Wyładowania wykonywa się według 3.5.4.

3.5.8. Próba samowyładowania. Akumulator przygotowany według 3.5.3. wyładowuje się według 3.5.4., a następnie naładowuje się według 3.5.3. i odłącza od obwodu zewnętrznego na całkowitą liczbę dni, zależną od rodzaju akumulatora, po której wykonywa się ponowne wyładowanie według 3.5.4.

Z obliczonych pojemności (3.5.4.) przy pierwszym i drugim wyładowaniu określa się samowyładowanie (1.2.45.), które nie może być większe od podanego w normie szczegółowej.

3.5.9. Próba trwałości (1.2.54.) polega na dokonaniu tylu bezpośrednio po sobie następujących cykli pracy (1.2.53.), ile ich potrzeba, żeby pojemność akumulatora spadła poniżej uznanej za graniczną dla danego rodzaju akumulatora. Cykl pracy składa się z kolejnego częściowego wyładowania i ładowania stałym określonym natężeniem prądu w określonym okresie czasu. Co pewną ustaloną liczbę cykli (stosownie do rodzaju akumulatora) wykonywa się całkowite wyładowanie i ładowanie prądem znamionowym, a czasami również wyładowanie raptowne. W czasie próby nie należy regulować temperatury, natomiast co pewną ustaloną liczbę cykli (stosownie do rodzaju akumulatora) należy badać poziom i gęstość elektrolitu i utrzymywać je zgodnie z instrukcjami wytwórcy.

Podczas próby mierzy się napięcie poszczególnych elektrod akumulatora względem elektrody półogniwa (np. elektrody kadmowej) w celu kontroli ich stanu. Do pomiarów tych należy używać woltomierza o oporze wewnętrznym równym co najmniej 10000 omów na 1 wolt.

3.5.10. Próba odporności na wstrząsy ma na celu sprawdzenie przydatności akumulatorów przenośnych do warunków normalnej eksploatacji pod względem wytrzymałości mechanicznej, szczelności i tworzenia się osadu. Sposób wykonania próby jest podany w normach szczegółowych i zależy od rodzaju akumulatora.

KONIEC

BIBLIOGRAFIA CZASOPISM ELEKTROTECHNICZNYCH

w opracowaniu

GŁÓWNEGO INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI

Nr 1 1 - 120 1950

Porażenia elektryczne

1 614.825
Neue Erkenntnisse und Behandlungsmethoden beim Hochspannungsfall. Fischer H. u. Fröhlicher R. — Porażenie wysokim napięciem i jego skutki. Tłumaczenie biologiczne (zatrucie organizmu mioglobiną). Metody leczenia. Przepisy uzupełniające, dotyczące ratowania porażonych wysokim napięciem. — Bull. Schweiz. El. Ver., 1947, nr 16, str. 496—498. A. M.

2 614.825 (494)
Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz im Jahre 1946. — Zestawienie wypadków porażeń przy obsłudze urządzeń silnoprądowych w roku 1946 w Szwajcarii i porównanie z danymi ubiegłych 10 lat. — Bull. Schweiz. El. Ver., 1947, nr 17, str. 503—510, 7 tabl. A. M.

Siłownie cieplne

3 621 17
Cleaning surface condensers. Henzell M. P. — Metody oczyszczania rurek parowych kondensatorów powierzchniowych z osadów organicznych i nieorganicznych. Sposoby mechaniczne i chemiczne usuwania osadów. Metody dające się zastosować bez wyłączania kondensatora z ruchu. Zalety stosowania systematycznego czyszczenia kondensatorów powierzchniowych. — Electr. Rev., 1947, nr 3632, str. 26—28, 2 rys. A. P.

4 621.182.261
Miechanizjirowannyje razgruzocznyje ustrojstwa. Muchtarow S. D. — Automatyczne, mechaniczne urządzenia służące do nawęglania kotłów w elektrowni. Warunki pracy tych urządzeń. Wady i zalety. Efektywna wartość i wydajność urządzeń. — Elektr. Stanc., 1947, nr 5, str. 13—19, 9 rys. B. K.

Siłownie wodne

5 621.2
Water-turbine improvements. — Ulepszone wirniki turbin wodnych. Regulacja kąta nastawienia łopatek. Urządzenia samoczynne zapobiegające rozbieganiu się turbiny. — Electr. Rev., 1947, nr 3638, str. 259, 1 rys. A. P.

6 621.2.09
Hydroelectric power development in Quebec. Lawton F. L. — Rozmieszczenie źródeł energii wodnej w prowincji Quebec. Opady deszczowe i zasobność rzek w wodę. Zapory wodne. Rozwój gospodarki hydroelektrycznej. Wartość i zmiany obciążeń. Linie przesyłowe. Zalety silnie rozwiniętej współpracy między zakładami wytwórczymi (względy techniczne i ekonomiczne). Rozwój w budowie prądnic i turbin wodnych. Zwalczanie trudności związanych z warunkami atmosferycznymi w zimie. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 1006—1021, 3 tabl., 22 rys. Z. S.

Ogólne zasady elektrotechniki

7 621.3.047.4:621.317.32
Dynamic brush characteristics by the dynamotor method. Herman C. J. — Specjalna metoda pomiaru tarcia i spadku napięcia na oporze przejścia w zależności od temperatury szczotek węglowych. Uzasadnienie stosowania powyższej metody. Wpływ i znaczenie temperatury dla warunków pracy szczotek, przedstawiony w postaci wykresów. Porównanie otrzymanych wyników z doświadczeniem praktycznym. Czynniki, wpływające na konstrukcję przyrządu pomiarowego. Ogólne wskazówki co do sposobu przeprowadzania pomiarów. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 759—763, 10 rys. Z. S.

8 621.3.078
Electric positioning systems of high accuracy for industrial use. Garr D. E. — Zdalne wskaźniki położenia i ich zastosowania przemysłowe. Elementy składowe układów wskaźnikowych: prądnice i silniki synchroniczne (selsyny) oraz amplidyny. Układ połączeń i działanie zespołu wskaźnikowego. Zalety układu oraz warunki jego stateczności. Dokładność wskaźnika. Zastosowanie układu w przemyśle chemicznym i w hutnictwie do regulowania odstępu między walcami roboczymi. — Gen. Electr. Rev., 1947, nr 7, str. 17—24, 13 rys. T. S.

Gospodarka elektryfikacyjna

9 621.31
Die schweizerische Energieversorgung während der Kriegsjahre und ihr weiterer Ausbau. Härry A. — Gospodarka energetyczna Szwajcarii w okresie wojennym. Porównanie danych obecnych z przedwojennymi. Energia elektryczna, ograniczenia i ich przyczyny. Przemysł gazowy w okresie wojennym. — Bull. Schweiz. El. Ver., 1947, nr 12, str. 343—346, 4 tabl. A. M.

10 621.31
Electrical developments. Bartlett G. — Przegląd nowości produkcyjnych 1946 roku koncernu General Electric Co. oraz ich zastosowania w różnych dziedzinach nauki i techniki. — Gen. Electr. Rev., 1947, nr 1, str. 12—53, 81 rys. S. D.

Wytwarzanie energii

11 621.24:621.311.21
Determination du PD² des groupes hydroélectriques. Chenais J. — Charakterystyka wielkości, mających wpływ na wartość momentu bezwładności. Możliwości powiększenia PD² zespołu wodnoelektrycznego i wpływ wzrostu wielkości momentu bezwładności na koszt całkowity. Zagadnienie dopuszczalnego wzrostu obrotów. — Bull. Soc. Franç. Electr., 1947, nr 75, str. 583—589, 6 rys. A. M.

12 621.311.22:621.181.5
Pierwyje itogi puska kotłow wysokowo dawlenia. Nadżarow. M. A. — Wyniki eksploatacyjne pracy dwóch wielkich kotłów parowych zainstalowanych w jednej z elektrowni Z. S. R. R. Dane kotłów 220 t/h, 125 MW, 90 at, 480°C. Opis kotłów. Obmurowanie, rozmieszczenie rur, podgrzewacze powietrza itd. Armatura. Szczegóły montażu i przygotowanie do ruchu. — Elektr. Stanc., 1947, nr 12, str. 11—17, 3 tabl., 7 rys. B. K.

13 621.311.22.017
Super-regeneration. — Poprawienie sprawności termicznej siłowni przez dodatkowe przegrzewanie pary podczas jej obiegu w turbinie. Wykresy temperatury — entropia dla porównania metody bezpośredniego i pośredniego wprowadzania ciepła. — Electr. Rev., 1947, nr 3652, str. 785—786, 2 rys. A. P.

Maszyny elektryczne

14 621.313.333
A design method for capacitor motors. Lloyd T. C., Chang S. S. L. — Rola schematu zastępczego silnika jednofazowego przy obliczaniu uzwojenia głównego i pomocniczego oraz przy określaniu mocy kondensatora. Prąd w wirniku, pochodzący od uzwojenia pomocniczego. Obliczenie największego momentu napędowego. Obliczenie uzwojenia pomocniczego i kondensatora szeregowego. Przykład obliczenia. Prąd rozruchu. Napięcie na kondensatorze. Wnioski. Przykład obliczenia uzwojenia głównego. Pulsowanie momentu napędowego i sprawność. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 652—659, 4 tabl., 5 rys. Z. S.

15 621.313.333
Nowyje serii triechfaznych asynchronnych dwigatielej. Jawlinski N. A. — Przegląd wymagań stawianych nowym projektowanym seriom trójfazowych silników asynchronicznych pod względem: konstrukcji, izolacji, wypełnienia żłobków, systemu chłodzenia, współczynnika narastania mocy, charakterystyki rozruchu, cos φ i sprawności. — Wiestn. Elektroprom., 1947, nr 1—2, str. 1—6, 3 tabl., 4 rys. S. R.

16 621.313.333-57
Raszczot puskowych soprotiwlenij dla asynchronnowo i szuntowowo dwigatielej pri zadannom wriemieni zapuska. Dawydow B. L. — Obliczenie oporów rozruchowych silników asynchronicznego i bocznikowego dla z góry zadanego rozruchu. — Wiestn. Elektroprom., 1947, nr 10, str. 1—4, 3 rys. S. R.

17 621.313.333.012.2:621.313.333.017.71
Opriedielenje tiempieratury nagriewa asynchronnowo elektrodwigatiela po krugowoj diagrammie. Klimow A. A. — Sposób określenia temperatury nagrzewu asynchronicznego silnika za pomocą wykresu kołowego. — Wiestn. Elektroprom., 1947, nr 9, str. 11—12, 1 tabl. S. R.

18 621.313.333.012.6
Postrojenje miechaniczeskoj charaktieristiki asynchronnowo dwigatiela. Frankfurt. J. L. — Charakterystyka momentów silnika asynchronicznego wyznaczona na drodze rachunkowej przez zastosowanie uproszczonego wzoru Klossa. — Wiestn. Elektroprom., 1947, nr 4. str. 16—18. S. R.

19 621.313.333.012.8
The equivalent circuit of the capacitor motor. Chang S. S. L. — Schemat zastępczy dla jednofazowego silnika indukcyjnego z kondensatorem. Wyznaczanie krzywych: prędkości, momentu napędowego, sprawności i współczynnika mocy. Obliczanie największego momentu napędowego. Warunek dobrej sprawności i cichej pracy. Moment napędowy pulsujący przy dowolnej prędkości. Porównanie schematów zastępczych różnych silników indukcyjnych i wynikające stąd korzyści. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 631—640, 3 tabl., 8 rys. Z. S.

20 621.313.333.014 3
Pieriechodnyje reżymy w asynchronnych maszynach pri wkluczeniach i korotkich zamykaniach. Karowski E. J. — Artykuł teoretyczny. Zjawiska przejściowe w maszynach asynchronicznych rozważane przy pomocy rachunku symbolicznego i operatorowego. Prądy i strumienie przy włączaniu maszyny oraz przy zwarciach. — Elektriczestwo, 1947, str. 19—27, 7 rys. B. K.

21 621.313.333.017.7
Momient asynchronnoj maszyny pri dwojnom pitanji. Sadowski I. M. — Wprowadzenie wzoru na moment obrotowy silnika asynchronicznego przy podwójnym zasilaniu. Wzór dogodny w zastosowaniu praktycznym do różnych połączeń kaskadowych itp. — Wiestn. Elektroprom., 1947, nr 6, str. 1—3, 2 rys. S. R.

22 621.313.333.017.7
The horsepower output of polyphase induction motors. Robinson R. C. — Ograniczenie mocy silnika indukcyjnego przy pracy ciągłej ze względu na dopuszczalny wzrost temperatury. Zależność mocy od wymiarów silnika. Wpływ wielkości strat i chłodzenia na wielkość wzrostu temperatury. Zmiana strat i skuteczności chłodzenia w zależności od wymiarów silnika. Ogólne uwagi o zagadnieniu wzrostu temperatury. Przybliżone równania do obliczenia wzrostu temperatury w zależności od metody chłodzenia i wielkości strat. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 770—775, 1 tabl., 5 rys. Z. S.

23 621.313.333.017.71
Induction-motor heating. Kuka K. S. — Nagrzewanie się silników indukcyjnych. Charakterystyki prądowo-czasowe w warunkach specjalnych. Rozdział strat przy przeciążeniu. Dobór przekroju miedzi w funkcji gęstości prądu dla różnych warunków pracy. — Electr. Rev., 1947, nr 3647, str. 598—596, 1 rys. A. P.

24 621.313.333.018.14
Motor design and power factor. Sparke H. — Wyzyskanie silników indukcyjnych. Pogorszenie współczynnika mocy przy niedociążaniu silników. Porównanie wartości współczynnika mocy i ceny silników o różnej liczbie par biegunów. Wpływ wartości prądu magnesującego i rozproszenia na wartość współczynnika mocy oraz sposoby poprawienia współczynnika mocy. — Electr. Rev., 1947, nr 3635, str. 129—130, 3 rys.. A. P.

25 621.313.333.045 54
Mnogoskorostnyje obmotki asynchronnych elektrodwigatielej obrazowannyje iz gieometriczeski-diametralnych par katuszecznych grup. Ambarcumow T. G. — Opis opracowanych przez autora wielobiegowych, dwuwarstwowych, szablonowych uzwojeń silników asynchronicznych, składających się z średnicowych par grup cewek. Zestawienie warunków, które muszą być spełnione przy budowie takich uzwojeń. Schematy z objaśnieniami. Dane doświadczalne dotyczące krzywych momentów obrotowych niektórych serii silników o wielobiegowych uzwojeniach. Opis silnika czterobiegowego z wyłącznikiem. — Wiestn. Elektroprom., 1947, nr 3, str. 1—10, 6 tabl., 11 rys. S. R.

26 621.313.333.2:621.316.718.5
Adjustable frequency control of high-speed induction motors. Heumann G. W. — Regulacja obrotów klatkowych silników indukcyjnych. Zastosowanie szybkobieżnych silników indukcyjnych klatkowych. Zasadnicze wymagania stawiane układowi o regulowanej częstotliwości. Schemat układu regulowanej częstotliwości. Zasada działania regulatora częstotliwości. Układy przetwornic częstotliwości do celów regulacji częstotliwości. Układy wzbudzenia wyposażone w urządzenia regulacyjne elektronowe. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 719—725, 10 rys. Z. S.

27 621.313.37
Single-phase repulsion motors. „Rotor". — Konstrukcja i zasada działania jednofazowych silników repulsyjnych. Wpływ położenia szczotek na moment obrotowy i prąd stojana. Wykresy wektorowe przedstawiające zależności pomiędzy wielkościami elektrycznymi w różnych warunkach pracy. Zależność liczby obrotów od momentu obrotowego. Zależność momentu obrotowego od współczynnika mocy. Zmiana kierunku obrotów. Silnik repulsyjny Dériego. — Electr. Rev., 1947, nr 3633, str. 62—65, 5 rys. A. P.

28 621.313.2.044.62
Komutacja maszyn postojannowo toka pri kratkowriemiennych pieregruzkach. Ermolin N. P. — Sposób zwiększania strumieni biegunów komutacyjnych maszyn prądu stałego na wypadek krótkotrwałych przeciążeń. Warunki, przy których iskrzenie na szczotkach przechodzi w łuk na całym komutatorze. Wyniki badań doświadczalnych. — Elektriczestwo, 1947, nr 6, str. 28—34, 6 rys. B. K.

Transformatory elektryczne

29 621.314.224.015.3
Transient characteristics of current transformers during faults. Rothe F. S., Concordia C. — Badania nad zachowaniem się transformatorów prądowych w stanie przejściowym zwarcia. Wpływ nasycenia magnetycznego rdzenia na warunki pracy i właściwe działanie przekaźników w przypadku ochrony różnicowej. Czynniki, wpływające na warunki pracy i metody badań. Wpływ obciążenia w obwodzie wtórnym. Przypadek zwarcia w jednym z połączonych równolegle transformatorów i nazewnątrz układu. — Trans. Amer. Inst. Electr., Engrs., 1947, t. 66, str. 731—734, 4 rys. Z. S.

30 621.314.224.062
C. T. secondary networks. Stubbings G. W. — Układy połączeń transformatorów prądowych po stronie wtórnej. Konieczne warunki należytego wyznaczania rozpływu prądów wtórnych. Wykresy wektorowe. — Electr. Rev., 1947, nr 3641, str. 370—373, 6 rys. A. P.

Prostowniki

31 621.314.65
Mercury-arc rectifiers. Wells R. — Prostowniki rtęciowe z regulowanym napięciem siatki. Niepełny zakres

regulacji napięcia siatki prostowników służących do ładowania akumulatorów, jej przyczyny i skutki. Charakterystyka napięciowo-prądowa prostownika przy prądzie stałym. Skutki zmiany spadku napięcia łuku. — Electr. Rev., 1947, nr 3637, str. 220—224, 4 rys. A. P.

Izolatory i materiały izolacyjne

32 621.315.1.017.14
Toki uticczki po liniejnym izolatoram pri dierewiannych oporach. Lebiediew G. A. — Wyniki badań prądów upływu na izolatorach liniowych. Różnice przy słupach drewnianych i żelaznych. Specjalne rejestratory prądów upływowych zainstalowane na słupach drewnianych. Niebezpieczne zanieczyszczenia izolatorów. — Elektriczestwo, 1947, nr 3, str. 34—38, 6 rys. B. K.

33 621.315.2:621.315.614.6
Zakonomiernosti proboja siłowych kabielej. Gercensztejn J. — Częste przebicia kabli energetycznych o izolacji papierowej. Mechanizm zjawisk i rola niektórych czynników sprzyjających przebiciu. Metody obliczeń, produkcji i badania warstwy izolującej kabla silnoprądowego. — Elektriczestwo, 1947, nr 8, str. 31—34, 3 tabl., 12 rys. B. K.

34 621.315.618.3
Preliminary report on laboratory aging tests on class A insulation. AIEE Transformer Subcommittee. — Badania nad wpływem starzenia (w różnych temperaturach) na własności izolacji klasy A (papier w oleju zatopiony w szkle). Opis i sposób przygotowania próbek. Opis poszczególnych metod badań prowadzonych przez różne laboratoria. Własności mechaniczne i ich zmienność w czasie. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 879—883, 3 tabl., 3 rys. Z. S.

35 621.315.62:621.315.612.6
Toughened glass insulators. — Własności szkła utwardzonego. Sposób wyrobu utwardzonych izolatorów szklanych. Metody wyznaczania naprężeń wewnętrznych w szkle. Własności mechaniczne i elektryczne szklanych izolatorów utwardzonych. Rodzaje prób według norm brytyjskich. — Electr. Rev., 1947, nr 3644, str. 461—466, 1 tabl., 14 rys. A. P.

Analizatory sieciowe

36 621.316.333
Network analysis. — Opis urządzeń, rodzaju jednostek, zestawu przyrządów, rodzaju zasilania analizatora sieciowego prądu zmiennego. — Electr. Rev., 1947, nr 3651, str. 737—739, 3 rys. A. P.

37 621.316.333.
A. C. network analysis. Dr. Tasny - Tschiassny L. — Analiza sieci prądu zmiennego. Wykreślna metoda wyznaczania napięć i rozpływu prądów w sieci w stanie ustalonym. Wykreślny sposób przekształcania wektorów, łączenia szeregowego i równoległego oporności, przekształcania układu gwiazdowego w trójkątny i odwrotnie. — Electr. Rev., 1947, nr 3656 i 3657, str. 925—927 i 963—965, 15 rys. A. P.

Urządzenia regulacyjne

38 621.316.729:621.318.5
Urawnitiel czastot na elektromagnitnyje rele dla awtomaticzeskoj synchronizacji. Syrotinski E. Ł., Tarasienko J. M. — Zastosowanie przekaźników elektromagnetycznych w układach synchronizacyjnych do kierowania automatyczną regulacją częstotliwości. Opis i schematy urządzeń synchronizacyjnych. Zastosowane przekaźniki i sposób ich włączania. — Elektr. Stanc., 1947, nr 8, str. 43—46, 6 rys. B. K.

Urządzenia zabezpieczające

39 621.316.933
Field research on lightning arrester discharges. — Mc Cann G. D., Beck E. — Badania dokonane nad częstotliwością, wielkością i kształtem fali prądów wyładowań atmosferycznych dla odgromników na podstacjach i w sieciach rozdzielczych. Ilość składowych wyładowań piorunowych i ich wpływ na działanie odgromnika. Szczyt udaru i biegunowości. Czoło udaru. Trwanie do półszczytu. Czas trwania poszczególnych wyładowań piorunowych. Wnioski. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 625—630, 2 tabl., 8 rys. Z. S.

40 621.316.98
Lightning investigation on the 25-kV system of the West Penn Power Company. Bowen W. C., Beck E. — Badanie częstości działania odgromników oraz przebiegów ich prądów. Wykaz przyrządów użytych przy pomiarach w terenie. Ogólna charakterystyka układu energetycznego. Wyposażenie w przyrządy punktów badawczych. Wykreślne przedstawienie otrzymanych wyników: czas trwania czoła udaru, czas trwania do półszczytu, czas całkowity wyładowania. Wyniki badań i wpływ odgromników na skuteczność ochrony przepięciowej. Wnioski. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 831—837, 3 tabl., 10 rys. Z. S.

Miernictwo elektryczne

41 620.11:621.317.73
Variable-frequency metals comparator. Bovey D. E. — Opis nowego przyrządu o zmiennej częstotliwości do sprawdzania wyrobów metalowych w czasie produkcji. Zasada działania, zastosowania, wyniki prób. — Gen. Electr. Rev., 1947, nr 11, str. 45—49, 2 tabl., 6 rys. S. D.

42 621.317.77
Tieorja fazomietrow. Niestierenko. A. D. i Pojedinok E. T. — Artykuł teoretyczny. Wyprowadzenie równań przedstawiających zależność kąta wychylenia układu ruchomego falomierza w zależności od poszczególnych parametrów. Moment stabilizujący. Wpływ zmiany parametrów na skalę przyrządu i jej charakter. — Elektriczestwo, 1947, nr 5, str. 42—46, 7 rys. B. K.

43 621.317.8
Load spreading. Irons H. D. i Hulton F. J. — Zmniejszenie obciążeń szczytowych. Zastosowanie sygnałów ostrzegawczych przy licznikach konsumenta przy przekraczaniu zużycia dopuszczalnego. Wskaźniki rejestrujące czas, w ciągu którego zostało przekroczone obciążenie dopuszczalne. Taryfikacja. — Electr. Rev., 1947, nr 3653, str. 813—814. A. P.

44 621.315:621.314.224
Sur un dispositif de shuntage des transformateurs de courant fonctionnant à 150 kilovolts. Jaeck A. — Opis zastosowania bocznikowania transformatorów prądowych na 150 kV celem zwiększenia ich zakresu pomiarowego. Metoda obliczania bocznika, wykres wektorowy prądów. Opis wykonania urządzenia. Wyniki pomiarów, wykresy błędów przekładni i kąta. — Rev. Gén. Électr., 1947, nr 8, str. 328—329, 2 rys. A. M.

45 621.319.5
Calibration of uniform-field sparkgaps for high-voltage Measurement at power frequencies. Bruce F. M. — Skalowanie iskiernika wysokiego napięcia o polu jednorodnym. Pomiar przy częstotliwości technicznej. Wzór na napięcie przeskoku dla iskiernika tego typu. Porównanie z iskiernikiem kulowym o średn. 25 cm. Wpływ otoczenia i współosiowego układu elektrod. Granice stosowalności powyższego wzoru. — Journ. Inst. Electr. Engrs., 1947, cz. II, nr 38, str. 138—149, 9 tabl., 11 rys. Z. S.

Taryfy elektryczne

46 621.317.8
Electricity supply costs. Elliot F. J. — Koszty dostawy energii elektrycznej. Zmiany w rozdziale kosztów stałych (z uwzględnieniem wszystkich składników) i kosztów zmiennych wytwarzania energii elektrycznej w energetyce W. Brytanii w przeciągu ostatnich 20 lat. — Electr. Rev., 1947, 27. VI, str. 1065—1066, 2 rys. A. P.

Magnesy i cewki

47 621.318
Control of permanent-magnet alloy quality. Seaver J. D. i Anderson R. E. — Przegląd sposobów sprawdzania próbek stopu na magnesy trwałe. Uproszczona metoda sprawdzania za pomocą specjalnego przyrządu. Wpływ wprowadzenia kontroli na jakość produkcji. — Gen. Electr., Rev., 1947, nr 10, str. 44—47, 1 tabl., 5 rys. S. D.

Maszyny elektrostatyczne

48 621.319.3

Les machines électrostatiques à influence et la rénovation de leur technique. Jolivet P. — Zarys historyczny rozwoju maszyn elektrostatycznych. Teoria działania maszyn elektrostatycznych. Określenia. Klasyfikacja generatorów elektrostatycznych i analiza wszystkich znanych typów maszyn elektrostatycznych z punktu widzenia podziału. Moc generatorów elektrostatycznych i nowe rozwiązanie techniczne — praca w gazie pod ciśnieniem. Rozwiązania konstrukcyjne. Wyniki badania pracy generatorów przy różnych gazach. Możliwości wyzyskania. Projekty nowych maszyn o napięciu do 150 kV i mocy ponad 2 kW. — Rev. Gén. Électr., 1947, nr 6, str. 243—255, 1 tabl., 9 rys. A. M.

Przekaźniki

49 621.318.5:621.316.925.43

The influence of inverse-time-relay characteristics on discriminative time. Connon E. W., Smith E. — Zasady ustalania nastawień czasowych przekaźników o czasie zależnym w układzie zabezpieczenia posiadającym cechy wybiorczości. Wybiorczość w układzie przekaźników o czasie zależnym. Charakterystyki czasowo-prądowe (dopuszczalne tolerancje czasowe dla nastawienia maksymalnego, sprawdzanie charakterystyk, wpływ nastawienia czasowego na tolerancje). Wpływ czasu pracy przekaźników. Błędy wywołane przez transformatory prądowe i wpływ wyższych harmonicznych. Zależność warunków pracy od bezwładności części ruchomej (tarczy) przekaźników. Wpływ nastawienia czasowego na możliwość wadliwego działania układu przekaźników skutkiem bezwładności. Wpływ zmian częstotliwości. Metody ustalania nastawień czasowych. — Journ. Inst. Electr. Engrs., 1948, cz. II, nr 48, str. 787—804, 6 tabl., 16 rys. Z. S.

Kondensatory

50 621.319.4:621.317.335

The effect of humidity on the calibration of precision air capacitors. Ford W. H. — Pomiar zmian pojemności kondensatora (przy 1000 c/s) powietrznego wywołanych wilgocią w otaczającej atmosferze. Opis pomiarów: kondensatory zmienne i stałe. Wyniki pomiarów. Zmiana pojemności o 3/10000 w zakresie wilgotności względnej 30—65% i w temperaturze pokojowej. Stałość w czasie i współczynnik temperatury. Większy wzrost pojemności kondensatorów powietrznych przy dużej wilgotności niż odpowiadający znanemu wzrostowi stałej dielektrycznej powietrza i przyczyny anormalnego wzrostu. Wpływ ciśnienia barometrycznego. — Journ. Inst. Electr. Engrs., 1948, cz. II, nr 48, str. 709—712, 2 tabl., 3 rys. Z. S.

51 621.319.4

Effect of semiconducting liquids on the dielectric properties of cellulose insulation. Clark F. M. — Opis badań nad stratnością i pojemnością kondensatorów o dielektryku nasyconym cieczą półprzewodzącą. Zalety tego typu kondensatorów i ich zakres zastosowania. — Gen. Electr. Rev., 1947, nr 2, str. 9—17, 3 tabl., 26 rys. S. D.

52 621.319.4:621.316.3

Selection of control equipment for automatic switching of capacitors. Bloomquist W. C. — Zagadnienie wyboru właściwego układu sterowniczego celem automatycznego włączania kondensatorów statycznych. Części składowe układu sterowniczego. Podział czynności, wykonywanych przez układ sterowniczy i właściwa koordynacja tych czynności. Wzrost napięcia skutkiem włączania kondensatorów. Zalety i wady wykorzystania prądu lub mocy biernej do pobudzenia układu sterowniczego. Strona gospodarcza zagadnienia. Wpływ współczynnika mocy. — Electr. World, 1947, nr 21, str. 88—91, 1 tabl., 9 rys. Z. S.

53 621.319.4:621.316.722.076.12

Automatic switching schemes for capacitors. Cuttino W. H. — Ulepszenie i udoskonalenie konstrukcji kondensatorów statycznych i wzrost ich zastosowania. Kondensatory statyczne przyłączane pośrednio. Samoczynna regulacja mocy kondensatorów przy pomocy transformatora z zaczepami. Kondensatory statyczne przyłączane bezpośrednio. Metoda stopniowego samoczynnego włączania kondensatorów. Włączanie kondensatorów współpracujących z silnikami. Zwiększenie zakresu regulatora napięcia przy pomocy kondensatora statycznego. Metody zaopatrzenia sieci w moc bierną pojemnościową i indukcyjną przy pomocy kondensatorów statycznych, synchronicznych, dławików i transformatorów z zaczepami. Korzyści gospodarcze wynikające z zastosowania kondensatorów statycznych. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 311—314, 7 rys. Z. S.

Filtry elektryczne do odpylania

54 621.319.5

Intensyficyrowannyje elektriczeskije filtry dla pyleuławliwania. Bajmakow J. W. — Filtry elektryczne do oczyszczania gazów z pyłu. Ogólny przegląd filtrów elektrycznych do usuwania pyłu z gazów. Podstawy teoretyczne. Intensywna jonizacja oraz wiatr elektryczny. Zależność ilości osadzonego pyłu od ilości punktów ulotu oraz od współczynnika osadzenia się pyłu w jednym punkcie ulotu. Najnowsze sposoby zasilania filtrów prądem. — Elektriczestwo, 1947, nr 3, str. 60—66, 9 rys., 3 tabl. B. K.

Badania wysokonapięciowe

55 621.319.5

High-voltage research. — Laboratorium do badań wysoko-napięciowych. Generatory do osiągania $2{,}5.10^6$ kVA mocy wyłączalnej. Analizator w połączeniu z oscylografem do badania zjawisk przejściowych w sieciach. Badania materiałów elektrycznych i mechanicznych. Badania z zakresu fizyki jądrowej. — Electr. Rev., 1947, nr 3651, str. 721—724, 10 rys. A. P.

Trakcja elektryczna

56 621.34 : 629

Some recent developments in the PCC car. Cooper S. B. — Przegląd etapów rozwojowych wagonów elektrycznych, obsługujących linie komunikacyjne miejskie. Zależność prędkości i przebytej drogi od czasu jazdy. Wprowadzone ulepszenia. Zależność przeciętnej prędkości i zużycia mocy od liczby przystanków. Wzrost wagi wagonu i związane z tym wady. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 288—292, 8 rys. Z. S.

Napęd elektryczny

57 621.313.333:621.34:622.66

A. c. mine-hoist control. Cooke J. W., Heumann G. W. — Aparatura w kopalnianych urządzeniach wyciągowych z zastosowaniem silników indukcyjnych do napędu maszyny wyciągowej. Wyposażenie obwodu stojana w wyłączniki, przełączniki, urządzenia zabezpieczające i blokujące. Obwód wirnika z nastawnikiem sterowanym stycznikami i wyłącznikiem głównym. Urządzenia do dynamicznego hamowania silnika prądem stałym. — Gen. Electr. Rev., 1947, nr 12, str. 26—32, 17 rys. T. S.

58 621.34

K obobszczeniu tieorii dwiżenia awtomatizirowannowo elektropriwoda. Popow W. K. — Klasyfikacja elektrycznych urządzeń napędowych według ich charakterystyk, a mianowicie: zmiana momentu statycznego maszyny, moment bezwładności zespołu silnik-maszyna, przekładnie, mechaniczne charakterystyki silnika, właściwości aparatury sterującej. — Elektriczestwo, 1947, nr 4, str. 55—62, 1 rys. B. K.

59 621.34:621.313.333

Dinamiczeskije swojstwa asynchronnowo dwigatiela i nowyj mietod raszczeta pikowych elektropriwodow. Gejler Ł. — Możliwości zmniejszenia mocy silników asynchronicznych używanych do napędu urządzeń, w których występują gwałtowne zmiany obciążenia. Zmniejszenie poślizgu oraz wagi kół zamachowych. Nowa metoda obliczania tego rodzaju silników napędowych. Porównanie z dotychczas stosowanymi metodami. — Elektriczestwo, 1947, nr 7, str. 52—61, 5 rys., 4 tabl. B. K.

60 621.34:621.316.718

Struktura i charaktieristiki sowremiennych schiem awtomaticzeskowo uprawlenią elektropriwodami posto-

jannowo toka. **B u ł g a k o w A. A.** — Przegląd obecnie stosowanych układów sterujących w urządzeniach napędowych prądu stałego. Porównanie typowych układów. Ich budowa i właściwości. Analiza danych statystycznych pracy różnych urządzeń napędowych o zamkniętym obwodzie sterowania. — E l e k t r i c z e s t w o, 1947, nr 4, str. 14—21, 12 rys. B. K.

61 631.34:621.316.718.5
Basic procedures in motor control. Part I: D. C. series motors. Part II: D. C. shunt motors and D. C. compound motors. Part III: Amplidyne control circuits. Part IV: A. C. induction motors. Part V: A. C. synchronous motors. H e u m a n n G. W. — Przegląd własności napędowych różnych typów silników elektrycznych oraz najważniejsze sposoby regulacji obrotów. Wyznaczanie charakterystyk silników i dobieranie właściwego sposobu regulacji do wymagań napędu. Silniki szeregowe bocznikowe i szeregowo-bocznikowe prądu stałego. Zastosowania amplidyn do regulacji. Silniki indukcyjne zwarte, indukcyjne pierścieniowe i synchroniczne. Literatura. — G e n. E l e c t r. R e v., 1947, nr 8, str. 40—51, nr 9, str. 46—51, 77 rys. T. S.

62 621.34:621.771
Tieoria pierechodnych processow elektropriwodow z uprugoj swiazju. M o r o z o w D. P. — Teoria oraz zasady obliczania napędów elektrycznych o elastycznych sprzęgłach, stosowanych w urządzeniach walcowniczych. — E l e k t r i c z e s t w o, 1947, nr 4, str. 37—47, 12 rys. B. K.

63 621.34:621.93
Control of slip-ring motors by means of unbalanced primary voltages. S c h m i t z N. W. — Napęd dźwigów i suwnic przy pomocy jednego silnika indukcyjnego pierścieniowego. Zależność momentu napędowego od obrotów dla układu dwóch silników i właściwego układu jednego silnika. Zasilanie stojana układem niesymetrycznym (składowa zgodna i przeciwna napięcia) i włączanie w obwód wtórny oporności, pojemności i indukcyjności. Rodzaje układów przy niesymetrycznym napięciu zasilającym. Metody otrzymywania składowej zgodnej i przeciwnej w napięciu zasilającym, ich schematy zastępcze i wpływ na warunki pracy. Działanie i rola pojemności i indukcyjności w obwodzie wtórnym. Grzanie się uzwojeń silnika. Obliczanie prądów i momentów napędowych. Działanie składowej zgodnej i przeciwnej napięcia przy oporności omowej w obwodzie wtórnym. — T r a n s. A m e r. I n s t. E l e c t r. E n g r s., 1947, t. 66, str. 1103—1113, 15 rys. Z. S.

64 621.34
Nowyj mnogodwigatielnyj elektro-priwod dla bumagodiełatielnych maszyn. Z a j c o w B. Z. — Wielosilnikowy napęd elektryczny maszyn papierniczych. Opis systemu kierowania i automatycznej regulacji napędu modelu PWT. — W i e s t n. E l e k t r o p r o m., 1947, nr 7, str. 6—10, 12 rys. S. R.

65 621.34:621.941
Elektropriwod centrowalno-otrieznowo stanka marki 171. S z a p i r o I. L. — Opis napędu elektrycznego nowej specjalnej tokarni do drzewa. Szczegółowa charakterystyka tokarni i instalacji napędowej. — W i e s t n. E l e k t r o p r o m., 1947, nr 3, str. 15—19, 4 rys. S. R.

66 621.313:621.34
The application of synchronous and induction motors to chippers. B a k e r R. R., L o r y M. R. — Specjalne wymagania stawiane silnikom służącym do cięcia drzewa przy produkcji chemicznej miazgi drzewnej. Warunki pracy silników: duże obciążenie szczytowe, silne drgania, duża bezwładność obciążenia, działanie kurzu i wilgoci. Wybór właściwej maszyny do obróbki drzewa. Odpowiednia moc i charakterystyki silnika: wybór pomiędzy silnikiem indukcyjnym i synchronicznym. Ustalenie właściwej metody napędu mechanicznego. Dostosowanie silników z uwagi na ich konstrukcję mechaniczną. Wymagania stawiane układowi sterującemu. — T r a n s. A m e r. I n s t. E l e c t r. E n g r s., 1947, t. 66, str. 1070—1077, 3 tabl., 8 rys. Z. S.

67 621.34:622.6
O snižенji raschoda elektroenergii na tiagodutiewyje ustanowki elektrostancyj. G r o d z i n s k i J. A. — Obecny stan urządzeń wyciągowych. Warunki zmniejszenia zużycia energii elektrycznej do napędu tych urządzeń. — E l e k t r. S t a n c., 1947, nr 5, str. 20—33, 5 rys., 2 tabl. B. K.

Elektrochemia

68 621.355.1
Charging industrial truck batteries by means of copper-oxide rectifiers. B u c k l e y J. J. — Nowa technika ładowania baterii akumulatorów ołowiowych i żelazoniklowych za pomocą prostowników kuprytowych. Charakterystyki ładowania akumulatorów i szczegółowa analiza stosowanych metod ładowania (wzory, tablice). Prostowniki kuprytowe do ładowania baterii akumulatorów o pojemności od 150 do 1000 amperogodzin. Dobór wielkości zespołu prostowniczego do danej baterii akumulatorów (tablice). Literatura. — G e n. E l e c t r. R e v., 1947, nr 4, str. 27—35, 7 rys., 4 tabl. T. S.

69 621.357.7
Électricité et chromage dur. D e s m a r t i n R. i G a u t h e r e t R. — Zastosowanie elektryczności w procesie chromowania i znaczenie chromowania w przemyśle elektrotechnicznym. Własności fizyczne chromu, odporność na korozję, ścieralność i wysokie temperatury. Cel chromowania. Zalety chromowania. Przebieg procesu chromowania. Chromowanie elektrolityczne. Analiza wielkości charakterystycznych chromowania elektrolitycznego. Literatura. — É l e c t r i c i t é, 1947, nr 131 i 132, str. 163—168 i 191—192 oraz 196, 5 tabl., 23 rys. A. M.

Grzejnictwo elektryczne

70 621.364.15
Źródła prądu wielkiej częstotliwości w grzejnictwie indukcyjnym. S o c h o r B. — Prądnica, urządzenie z przerwą iskrową oraz urządzenie z lampą elektronową jako źródła wielkiej częstotliwości. Omówienie praktycznych sposobów wyzyskania tych źródeł w grzejnictwie elektrycznym. — P r z e g l. E l e k t r., 1948, nr 6, str. 171—174, 7 rys. J. W.

71 621.365
Elektrotechnika pieców elektrycznych. M o k r o s z E. — Przemysłowe piece elektrodowe jako największe odbiorniki energii elektrycznej. Dostawa energii elektrycznej. Transformatory i ich przyłączanie. Charakterystyka pieca elektrycznego. Technika wielkich prądów pieca. Pomiary elektryczne w urządzeniu piecowym. Napędy i automatyzacja. — P r z e g l. E l e k t r., 1948, nr 12, str. 420—430, 14 rys. J. W.

72 621.365:621.316.74
La régulation automatique de la température des fours électriques suivant un cycle thermique imposé. H e n r i o n R. — Regulacja samoczynna pieców elektrycznych. Analiza wymaganego przebiegu temperatury wnętrza pieca, przeprowadzona na przykładzie liczbowym. Metody uzyskania pożądanego przebiegu temperatury podczas pracy pieca. Granice możliwości szybkości wzrostu temperatury i ochładzania pieca. Metody przyśpieszania obniżenia temperatury. Opis zasady działania przekaźników programowych. Opis układu regulacyjnego, opartego na zasadzie potencjometrycznej. — É l e c t r i c i t é, 1948, nr 143, str. 159—163, 13 rys. A. M.

73 621.365.2.012.2
Metoda modyfikacji wykresu kołowego urządzeń łukowych. S c h w a r t z T. — Modyfikacja wykresu kołowego, jako sposób na określenie napięcia użytecznego obwodów łukowych. — P r z e g l. E l e k t r., 1948, nr 12, str. 418—420, 2 rys. J. W.

74 621.365.3.036
Furnace elements. — Ulepszone oporniki o kalibrowanym przekroju dla osiągnięcia wysokich temperatur (1300° C) pieca elektrycznego. Osiągnięcie małego stopnia rozgrzewania się obsady opornika. — E l e c t r. R e v., 1947, nr 3653, str. 812. A. P.

75 621.365.92
La trempe superficielle à haute fréquence des métaux et les applications récentes du chauffage par hysteresis diélectrique. D e s c a r s i n M. — Utwardzanie powierzchniowe metali przy pomocy wysokiej częstotliwości i za-

stosowanie ogrzewania dielektrycznego. Rozważania ogólne. Zasada i własności metody utwardzania powierzchni prądami wysokiej częstotliwości. Przykłady zastosowania. Inne zastosowania ogrzewania indukcyjnego wysokiej częstotliwości. Zasada ogrzewania dielektrycznego i zastosowanie do ogrzewania mas plastycznych. Porównanie ogrzewania w piecu i ogrzewania dielektrycznego (kondensatorowego). Przykłady zastosowania. — Électricité, 1948, nr 144, str. 177—183, 21 rys. A. M.

76 621.365.92
Wielkie częstotliwości w zastosowaniu do elektrotermicznej obróbki dielektryków. Schwartz T. — Zasada ogrzewania pojemnościowego i omówienie wpływu częstotliwości na stratność dielektryczną. Układy urządzeń do ogrzewania pojemnościowego. Zarys metody obliczania. Zastosowanie grzejnictwa wielkiej częstotliwości w przemyśle. Literatura. — Przegl. Elektr., 1948, nr 12, str. 411—418, 1 tabl., 12 rys. J. W.

77 621.365.92
Le chauffage par pertes diélectriques des matières plastiques. Gourod G. — Ogrzewanie żywic plastycznych metodą kondensatorową. Zasada ogrzewania kondensatorowego — rozważania teoretyczne. Wielkości charakterystyczne ogrzewnictwa kondensatorowego. Napięcie i częstotliwość zasilania, stała dielektryczna i jej zależność od rozmaitych czynników, współczynnik mocy, wielkość mocy chwilowej. Metoda wykreślna (wykres Maddocka) określenia potrzebnych parametrów elektrycznych. Opis źródła energii o wielkiej częstotliwości. Zastosowanie ogrzewania kondensatorowego do utwardzania żywic sztucznych i ogrzewania mas plastycznych. Przykłady zastosowania. Literatura. — Électricité, 1947, nr 128 i 129—130, str. 123—128 i 143—149, 16 rys. A. M.

78 621.367:621.785.545.45
Le durcissement des matières plastiques dans un champ à haute fréquence. Staeger H. — Zagadnienie utwardzania żywic syntetycznych przez ogrzewanie w polu o wielkiej częstotliwości. Utwardzanie kleju dykty, będącego żywicą syntetyczną zawierającą azot. Wyniki prób. Zjawiska występujące przy sklejaniu warstw drzewa. Utwardzanie miejsca połączenia drzewa klejem. Opis i wyniki prób sklejania drzewa klejem utwardzalnym po poddaniu złącza działaniu pola wielkiej częstotliwości. — B. B. C. Rev., 1947, nr 6/7, str. 129—138, 6 tabl., 13 rys. A. M.

79 621.367
Elektromiechaniczeskaja diskowaja piła po mietału. Uszakow A. F. — Zasada działania skonstruowanej przez autora elektromechanicznej piły tarczowej do cięcia metalu za pomocą łuku elektrycznego. — Promyszl. Energ., 1947, nr 12, str. 7—9, 1 tabl., 6 rys. T. S.

80 621.36:621.316.7.017.7
Temperature control. Tweedy S. — Regulacja temperatury grzejników. Omówienie wpływu najważniejszych czynników (pojemność cieplna grzejnika i jego zawartość, czułość działania regulatora, żądana różnica temperatur) na właściwy przebieg regulacji. Konieczność właściwego umieszczenia i doboru wielkości termostatu w stosunku do wielkości grzejnika i charakteru pracy. — Electr. Rev., 1947, 17. I, str. 121—123, 3 rys. A. P.

81 621.364.15
Un nouveau dispositif de chauffage des métaux: le réchauffeur à inducteur tournant. Brunner G., Tschalaer A. — Zasada działania nowego urządzenia do ogrzewania bloków metalu, wyzyskująca prądy wirowe wzbudzane przez wirujący elektromagnes, zasilany prądem stałym. Zalety urządzenia w porównaniu z systemem ogrzewania wielką częstotliwością i piecami elektrycznymi. Opis konstrukcji urządzenia. — B. B. C. Rev., 1947, nr 4/5, str. 81—85, 1 tabl., 5 rys. A. M.

82 621.365.2.036.65
Le système électro-hydraulique Brown-Boveri de réglage automatique des électrodes de fours électriques. Schlenker P. — Warunki konieczne dla zapewnienia dobrej regulacji. Sposoby regulacji: zachowanie stałego natężenia lub stałej oporności. Regulacja automatyczna elektrod przy pomocy napędu hydraulicznego. Opis konstrukcji i działania urządzeń regulacyjnych systemu Brown-Boveri. Zalety opisanego rozwiązania technicznego. — B. B. C. Rev., 1947, nr 4/5, str. 75—80, 10 rys. A. M.

83 621.364.15:539.54
Le durcissement superficiel de l'acier au moyen du chauffage par induction à haute fréquence. Perrone G. — Utwardzanie powierzchni stali. Metoda utwardzania przez ogrzewanie elektryczne indukcyjne wielkiej częstotliwości: teoria z punktu widzenia elektrycznego, cieplnego i metalurgicznego. Zależności pomiędzy wielkością mocy użytej do utwardzania, głębokością przenikania prądu, częstotliwością i czasem nagrzewania. Opis wyposażenia elektrycznego do utwardzania powierzchni stali. Zastosowanie metody. Wyniki doświadczalne. Literatura. — Rev. Gén. Électr., 1947, nr 10, str. 412—420, 2 tabl., 13 rys. A. M.

84 621.365.036.064.3
Les fours électriques à rayonnement. George H. — Podstawy teorii promieniowania. Określenie pieca elektrycznego opartego na zasadzie promieniowania. Źródła energii cieplnej. Własności ogólne grzejników grafitowych. Własności mechaniczne, elektryczne i chemiczne grafitu. Granice zastosowania grafitu. Rev. Gén. Electr., 1947, nr 4, str. 147—155, 3 tabl., 10 rys. A. M.

85 621.364.15:621.315.615.2+621.315.616.9
Indukcjonnyj nagriew pri montaże i eksploatacji elektrooborudowania. Hurewicz G. I. i Michiejew W. W. — Zastosowanie pieców indukcyjnych do grzania masy kablowej i do suszenia drewnianych części wyłączników olejowych. Suszenie oleju transformatorowego metodą strat w żelaznym zbiorniku. Przykład obliczenia uzwojenia dla zbiornika o pojemności 2 m³. — Promyszl. Energ., 1947, nr 4, str. 14—15, 1 rys. 2 tabl. T. S.

Elektronika

86 621.385.833:535.82
Design and construction of a new electron microscope. Haine M. E. — Podstawy teoretyczne zasady działania mikroskopu elektronowego. Ograniczenie zdolności powiększania mikroskopu. Teoria de Broglie'go i soczewki elektronowe Buscha. Zjawiska aberacji sferycznej i ugięnania fal elektronowych oraz ich wpływu na zdolności powiększania. Opis nowego mikroskopu pod względem mechanicznym i elektrycznym. Rola poszczególnych części składowych. Zdjęcie uzyskane przy pomocy mikroskopu. — Journ. Inst. Electr. Engrs., 1947, cz. I, nr 82, str. 447—461, 18 rys. Z. S.

87 621.38
La diffraction des électrons. Appareils utilisés en France et à l'étranger. Possibilités de la méthode pour l'analyse cristalline des lames minces et la structure des surfaces. Devaux J. — Metody badania budowy atomowej materii promieniami X i metodą dyfrakcyjną. Porównanie metod. Zastosowanie w różnych przypadkach. Możliwości wykorzystania zjawiska dla analizy krystalicznej i badania struktury powierzchni. Opis urządzenia badawczego francuskiego. Rozwiązania amerykańskie. — Bull. Soc. Franç. Électr., 1947, nr 66, str. 111—115, 8 rys. A. M.

88 621.38
The motional mass of electron. A reconsideration of present views supporting the Lorentz and Einstein equations. Boddie C. A. — Równania Lorentza i Einsteina uzależniające masę od prędkości ruchu. Rozwój metod pomiarowych stosowanych przy wyznaczaniu stosunku e/m. Zastrzeżenie co do stałości iloczynu Ee bez względu na prędkość ruchu. Nowe i odmienne ujęcie i rozpoznanie własności fizycznych pola elektrycznego. Prawa statyczne i dynamiczne dla ładunku elektrycznego w polu elektrycznym. Sposób obliczania rzeczywistej energii poruszającego się ładunku elektrycznego. Nowe ujęcie własności pola elektrycznego określa granicę różnicy potencjałów (2 000 000 V) ze względu na możliwe zwiększenie energii kinetycznej. — Electr. Engng., 1947, t. 66, nr 1, str. 45—60, 14 rys., 1 tabl. Z. S.

89 621.38(96)
Electronics-workhorse at Bikini. Engleman CH. L. — Pomiary, wykonane w czasie wybuchu bomby atomowej na Bikini. Zastosowanie telewizji przy bezpośredniej obserwacji wybuchu i jego skutków oraz przy pomiarze wysokości fal. Telemetryczny pomiar ciśnienia powietrza i wody, wywołanego wybuchem. Telemetryczny pomiar zjawisk radioaktywnych. Badanie zjawisk fal elektromagnetycznych przy pomocy układów radiowych i radaru. Dokładne pomiary przebiegu poszczególnych faz wybuchu w czasie. — Electr. Engng., 1947, t. 66, nr 1, str. 6—10, 6 rys. Z. S.

90 621.385.032.1
Contribution à l'étude des phénomènes d'ionisation des gaz par les corps radioactifs. Malsallez P. — Opis wyników badań nad wielkością prądu upływu pomiędzy elektrodami w rurze z gazem, poddanym działaniu ciał promieniotwórczych. Określenie charakterystycznych parametrów. Zagadnienie prądu upływu przy bardzo małych odstępach elektrod. — Rev. Gén. Électr., 1947, nr 3, str. 139—143, 2 tabl., 4 rys. A. M.

91 621.385.833
La microscopie électronique. Zasada działania mikroskopu elektronowego. Rys historyczny rozwoju konstrukcji Szczegóły konstrukcyjne. Zastosowanie mikroskopu elektronowego w bakteriologii, metalurgii i innych gałęziach wiedzy. Przygotowanie preparatów. Liczne reprodukcje zdjęć fotograficznych. Literatura. — Bull. Soc. Franç. Électr., 1947, nr 66, str. 102—110, 16 rys. A. M.

92 621.384
Atomic Artillery. Stokley J. — Zasada działania i budowa akceleratorów elektronowych i jonowych. Akcelerator prostoliniowy, cyklotron, synchro-cyklotron, betatron, synchrotron, generator elektrostatyczny, nowy akcelerator prostoliniowy. — Gen. Electr. Rev., 1947, nr 6, str. 9—19, 23 rys. S. D.

Rentgenotechnika

93 621.386
Przemysł rentgenowski w krajach anglosaskich. Domanus J. — Ogólna charakterystyka. Aparaty medyczne — opis poszczególnych części: generatorów, stolików rozdzielczych, stojaków lampowych, stołów; opisy aparatów polowych, dentystycznych, przenośnych, przewoźnych, aparatów do terapii stykowej, pośredniej, powierzchniowej i głębokiej. Opisy aparatów przemysłowych dyfrakcyjnych, aparatów do prześwietleń oraz do zdjęć przemysłowych. — Przegl. Elektr., 1947, nr 7/8, str. 221—235 i str. 288—298, 4 rys., 57 zdjęć. J. W.

Telekomunikacja

94 621.39:621.315.2
Gas pressure for telephone cables. Giese R. C. — Zastosowanie kabli ciśnieniowych w sieciach telekomunikacyjnych. Zalety wykorzystania kabli ciśnieniowych. Wysokość ciśnienia. Zasadnicze elementy teorii kabli ciśnieniowych. Poprawki przy pomiarze ciśnienia w różnych warunkach. Wpływ temperatury, warunków atmosferycznych i wzniesienia nad poziomem morza. Rozkład ciśnienia w kablu w razie uszkodzenia. Zmiana rozkładu ciśnienia w czasie. Ustalanie miejsca uszkodzenia kabla. Napełnianie i dopełnianie kabli gazem. Dane konstrukcyjne. Utrzymanie i dogląd kabli. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 471—478, 12 rys. Z. S.

95 621.395.97.029.5
Rundspruch über Niederspannungsverteilnetze. Metzler E. u. Rüegg W. — Wykorzystanie energetycznych sieci rozdzielczych niskiego napięcia do celów radiofonii. Metoda umożliwienia odbioru radiowego w okolicach górskich, w których natężenie pola jest zbyt małe, za pomocą wysokiej częstotliwości na przewodach elektrycznej sieci rozdzielczej. Wyniki prób przeprowadzonych w kilku miejscowościach (moc nadajnika 5 W, częstotliwość 150—300 kHz). — Bull. Scweiz. Elektr. Ver., 1947, nr 20, str. 628—632, 4 rys. A. M.

96 621.396.611.21
Les générateurs d'ultra-sonne laboratoire et leurs applications. Tscherning H. — Zasada działania wibratora piezoelektrycznego. Opis generatora ultradźwięków. Obliczenie mocy generatora fal ultradźwiękowych oraz metody jej pomiaru. Generator oparty na zjawisku magnetostrykcji. Zastosowanie ultradźwięków w laboratorium: tworzenie emulsji koloidalnych, działanie na duże cząsteczki, zastosowanie w metalurgii, skutki biologiczne. Pomiar modułu Younga. Literatura. — Rev. Gén. Électr., 1947, nr 8, str. 319—327, 15 rys. A. M.

97 621.396.9
Radar technique in an industrial control. Cockrell W. D. — Typowe zastosowanie fotokomórki w przemyśle papierniczym i w drukarniach. Wymagania stawiane obwodowi sygnalizacyjnemu. Obwód wejściowy i obwód generujący jednostajne impulsy dla układu radarowego. Charakterystyka poszczególnych obwodów i ich rola. Obwód wykrywania niepożądanych uchybień. Układ zasilający. Koordynacja działania poszczególnych obwodów. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 269—272, 6 rys. Z. S.

98 621.397
A new microwave television system. Wentz I. F., Smith K. D. — Nowy system sieci telewizyjnej. Zastosowanie techniki fal bardzo krótkich w sieci telewizyjnej. Zasada działania i ochrona przed zakłóceniami od innych układów. Opis i szczegóły nadajnika i odbiornika. Próby i pokazy. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 465—470, 16 rys. Z. S.

99 621.397.62
Postwar television receiver design. Pugsley D. W. — Rozwój konstrukcyjny odbiorników radiowych telewizyjnych. Typy odbiorników. Cechy charakterystyczne obudowy zewnętrznej. Opis poszczególnych obwodów. Układ zasilania wysokim napięciem. Zasada strojenia obwodu odbiornika telewizyjnego dla poszczególnych częstotliwości (13 kanałów). Wady i zalety nowego systemu strojenia. Automatyczna zsynchronizowana regulacja częstotliwości oscylatora. Układ optyczny odbiornika telewizyjnego. Nowa zasada analizy impulsów dźwiękowych i optycznych przy pomocy układu blokującego. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 453—458, 14 rys. Z. S.

100 621.397.7
Television equipment for broadcast stations. Lawrence W. L. — Wyposażenie stacji nadawczych w urządzenia telewizyjne. Podział wyposażenia na urządzenia nadawcze i w studiach. Opis i zasada działania wyposażenia telewizyjnego studia. Podział i opis wyposażenia telewizyjnego stacji nadawczej: generowanie wielkiej częstotliwości i przekazywanie impulsów przez układ anteny. Zagadnienie normalizacji urządzeń telewizyjnych. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 443—452, 3 tabl., 19 rys. Z. S.

Spawanie elektryczne

101 621.791
Electrical characteristics of resistance welding tools. Callender E. M. — Metody obliczenia i pomiarów dla urządzeń służących do spawania oporowego, a w szczególności dla uchwytu elektrod. Zależność mocy i napięcia wtórnego transformatora spawalniczego i przydatności urządzeń pomocniczych od elektrycznych charakterystyk narzedzi spawalniczych. Dokładność wyników pomiarów. Przybliżona metoda obliczenia indukcyjności i oporności obwodu silnoprądowego. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 393—404, 6 tabl. 14 rys. Z. S.

102 621.791
The voltage drop in the welder throat loaded with ferromagnetic materials. Stein G. M. — Obliczenie pola magnetycznego układu elektrod spawalniczych, pomiędzy którymi znajdują się blachy żelazne. Uwzględnienie wpływu stanu nasycenia magnetycznego blach na rozkład pola magnetycznego. Obliczenie dodatkowego spadku napięcia: 1) dla różnego układu elektrod spawalniczych i spawanych blach, 2) dla różnego położenia blach, 3) dla różnych natężeń prądu w elektrodach. Porównanie wyników obliczonych i otrzymanych doświadczalnie. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 356—362, 15 rys. Z. S.

103 621.791
Functionalized resistance welding control. Stadum C. B., Large W. E., Hartwig E. C. — Zagadnienie precyzyjnego spawania oporowego i sterowanie samoczynne. Wymagania stawiane układowi regulacyjnemu i jego zadania. Rodzaje układów sterowania samoczynnego. Koordynacja działania poszczególnych obwodów układu regulacyjnego. Opis układów sterowania. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 414—418, rys. 10. Z. S.

104 621.791
Chain welding. Davies J. F. — Spawanie łańcuchów. Rodzaje elektrod i urządzeń maszynowych. Zużycie energii, czas spawania, dobranie odpowiedniego transformatora. Zagadnienie poprawy współczynnika mocy. — Electr. Rev., 1947, 16. V, str. 809—810. A. P.

105 621.315.51:621.791
Swarka wstyk obmotocznoj miedi w usłowiach remontnych mastierskich. Słonim N. M. — Krótkie omówienie sposobu spawania miedzi nawojowej na styk. Dane techniczne transformatora przeznaczonego do tego celu. — Promyszl. Energ. 1947, nr 5, str. 15, 1 rys. T. S.

106 621.791
Quelques applications du soudage électrique par résistance. Salelles R. — Zastosowanie spawania oporowego w przemyśle i rzemiośle. Przykłady zastosowania w przemyśle samochodowym, kolejowym i lotniczym. Dane z przemysłu francuskiego. Électricité, 1947, nr 127, str. 91—99, 27 rys. A. M.

107 621.791
Machines à souder par résistance alimentées par batterie d'accumulateurs. R. R. — Spawarki oporowe zasilane z baterii akumulatorów. Opis urządzenia do spawania zasilanego prądem stałym. Specjalna konstrukcja baterii akumulatorów. Opis urządzenia, zapewniającego dobry styk. Regulacja prądu. Układ sterowania. — Électricité, 1947, nr 125, str. 76—77, 1 rys. A. M.

108 621.791
Spot-weld testing. — Opis nowej metody magnetycznego badania szwów przy spawaniu punktowym, opierającej się na zmianie przenikalności magnetycznej stali chromo-niklowych w zależności od temperatury. — Electr. Rev., 1947, nr 3640, str. 325—326, 2 rys. A. P.

109 621.791.7
Voltage changes caused by resistance welding load. Johnson J. B., Peterson H. A., Rhodes C. M. — Wpływ obciążenia maszyny do spawania oporowego na napięcie układu zasilającego. Zasada spawania oporowego. Zmiany napięcia, wywołane prądem sinusoidalnym jednofazowym. Sposób wyznaczania zmian napięcia, wywołanych sterowanym prądem o zmiennej fazie, przy pomocy modelu. Wpływ kondensatora szeregowego i praca przy obciążeniu pojemnościowym. Spawanie przy niskiej częstotliwości i zmiany napięcia przy użyciu przetwornicy częstotliwości (ignitrony). Porównanie spawarki pojemnościowej ze spawarką niskiej częstotliwości. Wpływ spawarki na obwody światła. Wnioski. — Trans. Amer. Inst. Electr. Engrs., 1947, t. 66, str. 664—676, 1 tabl. 20 rys. Z S.

Oświetlenie elektryczne

110 628.9:537.7
Pieresmotr swietowych jedinic. Tichodiejew P. — Objaśnienie projektu przepisów o jednostkach świetlnych. Porównanie jednostek dawnych z wprowadzonym w 1948 r. nowym układem. Nieznaczna zmiana w stosunku do starego układu. — Elektriczestwo, 1947, nr 10, str. 41—47, 1 tabl. B. K.

111 628.9:621.398
Remote control of street lighting. Miller F. R. — Ogólny schemat sterowania zdalnego oświetlenia ulic przy pomocy układu prostowniczego w centralnej rozrządni. Opis i zasada działania. — Electr. World, 1947, nr 9, str. 61, 2 rys. Z. S.

112 628.9
Glare factors and their significance. Harrison W. and Meaker P. — Tabele do obliczania współczynnika olśnienia, ułożone na podstawie wzoru empirycznego dla różnych rodzajów oświetlenia. — Gen. Electr. Rev. 1947, nr 8, str. 31—37, 11 tabl., 2 rys. S. D.

113 628.9
Coal-face lighting. — Oświetlanie kopalni lampami fluorescencyjnymi. Zalety stosowania układów zasilających o stałej wartości natężenia prądu w porównaniu z układami o stałym napięciu. — Electr. Rev., 1947, nr 3657, str. 966, 3 rys. A. P.

114 628.94:621.335
Locomotive lighting. — Opis zespołu turbina powietrzna-prądnica, służącego do oświetlenia parowozów. — Electr. Rev., 1947, nr 3646, str. 553, 2 rys. A. P.

115 628.97
Planned lighting layout and design data. — Zasady planowania nowoczesnego oświetlenia. Zestawienie norm jasności. Wpływ koloru oświetlenia. Wybór źródła światła. Ustalenie systemu oświetlenia. Zasady rozmieszczenia źródeł światła. Oprawy oświetleniowe. Ogólne zasady ustalania sposobu oświetlenia. Projektowanie oświetlenia. Obliczenia. Zagadnienie koloru oświetlenia. Oświetlenie dodatkowe. Podstawy gospodarcze. Części składowe i materiały techniki świetlnej. Instalacje oświetleniowe. Miernictwo oświetleniowe. — Electr. World, 1947, t. 128, nr 17, str. 95—122, 46 rys., 27 tabl. Z. S.

116 628.971.6:628.327.43
Lighting urban centres. Christopher J. G. — Oświetlenie ośrodków miejskich. Zalety stosowania lamp fluoryzujących. Porównanie kosztów instalacji i eksploatacji tych lamp z lampami żarowymi, rteciowymi i sodowymi. Wykresy światłości. Wskazówki dotyczące rozmieszczenia lamp na konstrukcjach wsporczych. — Electr. Rev., 1947, 21. III, str. 427—430, 10 rys. A. P.

117 629:972
Normirowanie oswietitielnych ustanowok. Mieszkow W. — Znaczenie normalizacji urządzeń oświetleniowych. Polepszenie warunków oświetlenia w zakładach przemysłowych. — Elektriczestwo, 1947, nr 12, str. 19—23, 3 tabl., 3 rys. B. K.

118 628 972.7
Swietotiechnika w architiekturie kinematografii i tielewidienie. Gorbaczow N. — Zdobycze ostatnich lat w dziedzinie oświetlenia wielkich gmachów. Lampy luminiscencyjne i ich zastosowanie. Technika kolorystyki świetlnej. Oświetlenie w atelier filmowych oraz w studio telewizyjnym. Ostatnie próby nowych metod oraz drogi rozwoju oświetlenia architektonicznego. — Elektriczestwo, 1947, nr 12, str. 9—13, 5 rys. B. K.

119 628.973:688.741
Tiechnika oswieszczenia tieatralnych scen i kartinnych gallerej. Lazarow D. — Przegląd dotychczasowych rodzajów oświetlenia scen teatralnych. Nowe metody oświetlenia przy pomocy lamp z lustrami. Zastosowanie lamp luminescencyjnych na scenie. Opis lamp luminescencyjnych. — Elektriczestwo, 1947, nr 10, str. 24—27; 3 rys. B. K.

Różne

120 629.13:621.317.2
Electric equipment at the Langley Memorial Heronautical Laboratory. Ceymer C. C., Gardner W. G. — Urządzenia elektryczne w wielkim laboratorium lotniczym w Langley Field. Sposoby regulacji obrotów zastosowane do silników indukcyjnych o mocy 16000 i 8000 k. m., napędzających wentylatory w tunelach aerodynamicznych. Silniki elektryczne użyte do holowania modeli wodnopłatowców przy próbach hydrodynamicznych. Oscylograficzne badanie aerodynamicznych stanów przejściowych przy przepływie powietrza. Wyznaczenie teoretycznej sprawności śmigieł za pomocą zmodyfikowanego mostka Wheatstone'a. — Gen. Electr. Rev., 1947, nr 1, str. 20 9 25, 16 rys. T. S.